



Condicionamento Acústico e Certificação Energética de Edifícios



Condicionamento Acústico e Certificação Energética de Edifícios

Rosa Margarida Guimarães Rocha

Outubro de 2014

Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Engenharia

Civil – Ramo Construções

Orientador: Eng.º Duarte Lopes

Orientador: Eng.º António Lessa

Coorientadora: Eng.ª Marta Almeida

À minha família

AGRADECIMENTOS

Agradeço também a todos os colaboradores da ASL & Associados, nomeadamente ao Eng.º António Lessa pela oportunidade oferecida, à Eng.ª Marta Almeida e ao Eng.º Daniel Gonçalves pela ajuda prestada.

Ao Engenheiro Duarte Lopes por todos os conselhos, críticas e a disponibilidade demonstrada.

Por último, gostaria de agradecer a todos os meus amigos que me acompanharam e auxiliaram ao longo do meu percurso académico, principalmente às minhas meninas Helena Pinto, Rita Segadães, Sónia Abreu e Vanessa Salgado.

Por fim, um agradecimento muito especial aos meus pais que estiveram sempre presentes na minha vida, por tudo o carinho, dedicação, paciência, confiança e incentivo ao longo do meu percurso académico e à minha irmã pelo carinho transmitido.

PALAVRAS-CHAVE: Certificação Energética, Acústica, RGR, RRAE, REH, Método de Sharp e Meisser

RESUMO

O presente relatório desenvolvido no âmbito do estágio curricular realizado na empresa - ASL & Associados, com duração de seis meses, tem como objetivo a elaboração e desenvolvimento de estudos acústicos de edifícios e elaboração de certificados energéticos de edifícios existentes.

Inicialmente, será feita uma descrição da empresa acolhedora expondo a sua missão, valores e o portfólio abarcando projetos e revisão de projetos, certificação energética, ensaios acústicos, gestão e fiscalização de empreendimentos.

As atividades desenvolvidas no estágio englobam a certificação energética de edifícios existentes aplicando a nova regulamentação térmica (REH), apresentando as simplificações de cálculo aplicadas a edifícios existentes e dois exemplos específicos de uma fração autónoma e um edifício unifamiliar.

No campo da acústica foram estudados três edifícios, um habitacional, um misto e um de serviços. Para o condicionamento acústico dos casos de estudo serão aplicados métodos de cálculo utilizados na empresa e um método de cálculo para avaliação e classificação da qualidade acústica, o qual foi desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC.

Por fim, foram elaborados as ponderações sobre a experiência vivida, como considerações sobre os resultados obtidos tendo em conta os objetivos propostos para o desenvolvimento do estágio.

KEYWORDS: Energy Certification, ACOUSTIC, RGR, RRAE, REH, SHARP AND MEISSER
METHODS

ABSTRACT

The work was done as an internship at the company -ASL & Associados, Leixões-Portugal, over the last six months, February-July 2014, aims the designing as well as the developing acoustic studies of buildings and development of energy certificates for existing buildings. This work was divided into two parts.

Initially, there's a description of the host company indicating its mission, values and portfolio covering projects and project review, energy certification, acoustic testing, management and supervision of projects.

The activities performed on stage include the energy certification of existing buildings by applying the new thermal regulations, presenting computational shortcuts and two case studies an autonomous fraction and single-family building.

In the acoustic subject , three buildings were presented, such as a housing, a mix and service building. For the acoustic conditioning of case studies will be used calculation methods which are been used in the company Sharp and Meisser methods and a calculation method for the evaluation and classification of acoustic quality, which was developed by the Civil National Engineering Laboratory.

ÍNDICE GERAL

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. | ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS | 1 |
| 1.2. | ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO | 1 |
| 1.3. | ASL&ASSOCIADOS | 2 |
| 1.4. | ATIVIDADES DESENVOLVIDAS..... | 3 |
| 2. | CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS HABITACIONAIS | 4 |
| 2.1. | ETAPAS DA CERTIFICAÇÃO | 7 |
| 2.2. | CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA..... | 8 |
| 2.3. | DADOS CLIMÁTICOS | 12 |
| 2.4. | FATOR SOLAR | 14 |
| 2.5. | SIMPLIFICAÇÕES DE CÁLCULO NO ÂMBITO DO REH | 17 |
| 2.6 | MEDIDAS DE MELHORIA..... | 28 |
| 2.7 | CASOS DE ESTUDO | 28 |
| 3. | CONDICIONAMENTO ACÚSTICO..... | 56 |
| 3.1 | ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO | 56 |
| 3.2 | CASOS DE ESTUDO | 60 |
| 3.2.1 | CASO A - EDIFÍCIO HABITACIONAL | 60 |
| 3.2.2 | CASO B - EDIFÍCIO MISTO..... | 62 |
| 3.2.3 | CASO C - EDIFÍCIO DE SERVIÇOS: RESTAURANTE/SALA DE EVENTOS | 66 |
| 3.3 | CÁLCULO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO | 69 |
| 3.3.1 | CÁLCULO DE ÍNDICES DE REDUÇÃO SONORA..... | 69 |
| 3.3.2 | ISOLAMENTO SONORO A SONS AÉREOS EXTERIORES E A SONS DE PERCUSSÃO | 74 |
| 3.3.3 | TEMPO DE REVERBERAÇÃO..... | 81 |

| | | |
|-----|---|----|
| 3.4 | RESULTADOS..... | 81 |
| 3.5 | MÉTODO LNEC PARA AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS HABITACIONAIS | 83 |
| 4 | CONCLUSÕES | 89 |
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 91 |

ANEXOS

ANEXO I – CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

ANEXO I.1 – CASO A

ANEXO I.2 – CASO B

ANEXO II – CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

ANEXO II.1 – CASO A

ANEXO II.2 – CASO B

ANEXO II.3 – CASO C

ANEXO II.4 – MÉTODO LNEC

ÍNDICE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Exemplo de um certificado energético | 6 |
| Figura 2 – Fração autónoma em estudo assinalada – Fachada Sudoeste do edifício..... | 29 |
| Figura 3 – Planta da fração | 31 |
| Figura 4 – Pavimento sem requisitos (ver legenda na Tabela 19 – Marcação das envolventes) | 32 |
| Figura 5 – Cobertura sem requisitos (ver legenda na Tabela 19 – Marcação das envolventes) | 32 |
| Figura 6 – Ventilação mecânica existente na instalação sanitária..... | 37 |
| Figura 7 – Vãos envidraçados exteriores | 38 |
| Figura 8 – Vãos envidraçados interiores | 39 |
| Figura 9 – Caldeira a gás natural | 40 |
| Figura 10 – Edifício unifamiliar (Caso B)..... | 41 |
| Figura 11 – Delimitação das envolventes no rés-do-chão | 42 |
| Figura 12 – Delimitação das envolventes no 1º andar | 43 |
| Figura 13 – Delimitação das envolventes no 2º andar | 43 |
| Figura 14 – Pavimento em contacto com o solo sem requisitos..... | 44 |
| Figura 15 – Cobertura exterior | 44 |
| Figura 16 – Vão envidraçado exterior de correr com portadas metálicas..... | 49 |
| Figura 17 – Vão envidraçado exterior fixo sem proteção solar..... | 50 |
| Figura 18 - Vão envidraçado exterior de abrir sem proteção solar..... | 50 |
| Figura 19 – Vão envidraçado exterior de correr sem proteção solar..... | 51 |
| Figura 20 – Vão envidraçado horizontal de abrir sem proteção solar | 52 |
| Figura 21 – Esquentador a gás propano | 52 |
| Figura 22 - Parâmetros aplicáveis a edifícios habitacionais e mistos..... | 59 |
| Figura 23 – Parede exterior – PE01 | 61 |
| Figura 24 – Parede interior – PI01 | 61 |
| Figura 25 – Parede interior – PI02 | 62 |
| Figura 26 – Pavimento – PV01 | 62 |

| | |
|---|----|
| Figura 27 – Parede exterior | 63 |
| Figura 28 – Parede interior em contacto com edifício adjacente..... | 63 |
| Figura 29 – Parede interior em contacto com circulação comum..... | 64 |
| Figura 30 - Pavimento entre a fração de serviços e a habitação | 64 |
| Figura 31 – Pavimento entre habitações | 65 |
| Figura 32 – Pavimento térreo..... | 65 |
| Figura 33 – Parede exterior | 66 |
| Figura 34 – Parede interior – PI01..... | 67 |
| Figura 35 – Pavimento entre sala de eventos e zona técnica | 67 |
| Figura 36 - Pavimento entre restaurante e sala de eventos | 68 |
| Figura 37 - Pavimento da zona técnica | 68 |
| Figura 38 - Espectro idealizado do índice de redução sonora de elementos de construção homogéneos | 70 |
| Figura 39 – Redução da transmissão sonora de elementos de elementos de compartimentação homogéneos, simples, em função da sua massa superficial | 71 |
| Figura 40 - Método de Sharp..... | 72 |
| Figura 41 – Método de Meisser | 74 |
| Figura 42 – Esquema ilustrativo dos grupos de elementos constituintes das fachadas | 77 |
| Figura 43 – Junção rígida do tipo X e T | 79 |

ÍNDICE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Classificações do Sistema de Certificação Energética | 8 |
| Tabela 2 – Fatores de conversão de energia primária para emissões de CO ₂ | 11 |
| Tabela 3 – Definição da zona climática de inverno | 12 |
| Tabela 4 – Definição da zona climática de verão | 12 |
| Tabela 5 - Fator solar do vidro para uma incidência normal ao vão | 14 |
| Tabela 6 - Valores correntes do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar | 15 |
| Tabela 7 - Coeficiente de absorção da radiação solar | 17 |
| Tabela 8 – Regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional | 18 |
| Tabela 9 – Coeficiente de transmissão de calor para paredes rebocadas simples exteriores anteriores a 1960 | 19 |
| Tabela 10 - Coeficiente de transmissão de calor para paredes rebocadas simples exteriores posteriores a 1960 | 20 |
| Tabela 11 - Coeficiente de transmissão de calor para pavimentos e coberturas | 20 |
| Tabela 12 - Valores das resistências térmicas superficiais | 21 |
| Tabela 13 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares | 21 |
| Tabela 14 – Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica interior ... | 22 |
| Tabela 15 – Valores do produto $F_s.F_g$ para cálculo das necessidades de aquecimento em edifícios existentes | 23 |
| Tabela 16 - Valores do produto $F_s.F_g$ para cálculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes | 24 |
| Tabela 17 – Fração envidraçada | 25 |

| | |
|---|----|
| Tabela 18 – Valores de referência da eficiência dos equipamentos de climatização e de produção de águas quentes sanitárias..... | 26 |
| Tabela 19 – Marcação das envolventes..... | 30 |
| Tabela 20 – Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede exterior – PE1 | 33 |
| Tabela 21 - Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede interior – PI1..... | 34 |
| Tabela 22 - Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede interior – PI2..... | 34 |
| Tabela 23 – Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede exterior – PE1 | 45 |
| Tabela 24 - Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede exterior – PE2 | 46 |
| Tabela 25 - Coeficiente de transmissão térmica superficial do pavimento térreo – PAVT1... | 46 |
| Tabela 26 - Coeficiente de transmissão térmica superficial da cobertura exterior – COBE1 . | 46 |
| Tabela 27 - Fatores de incerteza | 57 |
| Tabela 28 - Parâmetros aplicáveis a edifícios comerciais | 60 |
| Tabela 29 – Contributo da caixa-de-ar e do material absorvente da caixa-de-ar | 73 |
| Tabela 30 - Resultados obtidos no edifício habitacional | 81 |
| Tabela 31 - Resultados obtidos no edifício misto..... | 82 |
| Tabela 32 - Resultados obtidos no edifício de serviços..... | 83 |
| Tabela 33 – Resultados obtidos no tempo de reverberação..... | 83 |
| Tabela 34 - Resultados a nível físico: Vizinhança | 85 |
| Tabela 35 – Resultados a nível físico: Edifício | 86 |
| Tabela 36 - Coeficientes de ponderação..... | 87 |
| Tabela 37 - Resultados a nível físico: Habitação..... | 87 |

Lista de siglas e acrónimos

Siglas

A_p - Área interior útil de pavimento [m^2]

a - Declive associado ao parâmetro climático

a - Coeficiente de absorção da radiação solar

b_{tr} - Coeficientes de redução de perdas

C - Velocidade de propagação de som no ar [m/s]

C_1 - Velocidade de propagação das ondas longitudinais [m/s]

$D_{2m, nT, w}$ - Isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, medido a 2 m da fachada [dB]

$D_{nT, w}$ - isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado [dB]

e - espessura [m]

$E_{ren,p}$ - Energia produzida a partir de fontes de origem renovável p [kWh/ano]

f_0 - Frequência de ressonância crítica [Hz]

$f_{i,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para aquecimento supridas pelo sistema k

$f_{v,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para arrefecimento supridas pelo sistema k

$f_{a,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para produção de águas quentes sanitárias

$F_{pu,j}$ e $F_{pu,p}$ - Fator de conversão de energia útil para energia primária [$\text{kWh}_{EP}/\text{kWh}$]

F_s - Fator de obstrução

F_g - Fração envidraçada

G_{sul} - Energia solar média mensal durante a estação, recebida numa superfície vertical orientada a Sul [$\text{kWh}/\text{m}^2.\text{mês}$]

g_{\perp} - Fator solar de um vão envidraçado

$g_{\perp,vi}$ - Fator solar do vidro utilizado no vão envidraçado, para uma incidência normal à superfície

$g_{\perp,vc}$ - Fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivo de proteção solar, permanente ou móvel, totalmente ativado

H_{edif} - Altura do edifício [m]

H_{FA} - Altura da fração [m]

I_{sol} - Energia solar acumulada durante a estação de arrefecimento consoante a orientação [kWh/m²]

I - Fatores de incerteza [dB]

j - Todas as fontes de energia incluindo as de origem renovável

K - Contributo da caixa-de-ar e do material absorvente da caixa-de-ar [dB]

k - Número de vias de transmissão indireta

$L'_{\text{nT, w}}$ - Nível sonoro de percussão padronizado [dB]

l_0 - Comprimento da linha de junção de referência [m]

l_f - Comprimento da linha de junção entre o elemento de separação e os elementos marginais F e f [m]

m - Massa dos elementos construtivos dispostos antes e após do material absorvente [kg/m²]

m - Número de pequenos elementos

M - Duração da estação de aquecimento [meses]

N_{tc} - Necessidades anuais globais estimadas de energia primária [kWh/m².ano]

N_t - Valores limite das necessidades anuais globais nominais de energia primária [kWh/m².ano]

N_{ic} - Necessidades nominais de energia útil para aquecimento [kWh/m².ano]

N_{vc} - Necessidades nominais de energia útil para arrefecimento [kWh/m².ano]

N_i - Valor máximo para as necessidades nominais de energia útil para aquecimento
[kWh/m².ano]

N_v - Valor máximo para as necessidades nominais de energia útil para arrefecimento
[kWh/m².ano]

N - Número de elementos considerados para avaliação

n - Número total de elementos marginais

Pt_i - Número de pontos atribuídos a cada realidade física em avaliação

p - Fontes de origem renovável

Q_a - Necessidades de energia útil para produção de águas quentes sanitárias supridas pelo sistema k [kWh/ano]

R - redução sonora [dB]

R - Classe energética

R_{se} - Resistência térmica exterior [m².°C/W]

R_{si} - Resistência térmica interior [m².°C/W]

R_{ph} - Renovações por hora [h⁻¹]

R_w - Índice de redução sonora global da fachada [dB]

T - Tempo de reverberação do compartimento recetor [s]

T_0 - tempo de reverberação de referência [s]

U - Coeficiente de transmissão de calor [W/m².°C]

U_{ref} - Coeficiente de transmissão de calor de referência [W/m².°C]

V - Volume do compartimento [m³]

$W_{vm,j}$ - Energia elétrica necessária ao funcionamento de ventiladores [kWh/ano]

w_2 - Intensidade do som transmitida através da parede de separação [dB]

w_1 - Intensidade do som incidente na parede [dB]

W_i - Fatores de ponderação das realidades físicas em avaliação consideradas

X - Parâmetros climáticos [meses ou °C]

X_{REF} - valores de referência dos parâmetros climáticos

z_{REF} - Altitude de referência do local [m]

z - Altitude do local onde se situa o edifício/fração [m]

η_k - Eficiência do sistema k

Ψ - Coeficiente de transmissão térmica lineares [W/(m.°C)]

τ - Coeficiente de transmissão

α_i - Coeficientes de ponderação

Δ_{TM} - Variações de transmissão marginais [dB]

ΔL_{fs} - Diferença do nível sonoro devido à geometria da fachada [dB]

$\Delta R_{ij,w}$ - Acréscimo de isolamento sonoro, por introdução de um revestimento adicional [dB]

ΔL_w - Redução do nível de pressão sonora de percussão [dB]

ζ' - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor

ζ_d - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor por via direta

ζ_f - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor pelos elementos marginais

ζ_e - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor por pequenos elementos

ζ_s - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor por via indireta

Acrónimos

AQS – Águas Quentes Sanitárias

CE – Certificado Energético

DCR - Declaração de Conformidade Regulamentar

EPBD - Diretiva Europeia sobre o Desempenho Energético dos Edifícios

GD - Número de graus-dias

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

NAA - Nível de Avaliação Acústica

NUTS - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

PQ – Perito qualificado

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

RECS - Regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços

REH - Regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação

RGR – Regulamento Geral do Ruído

SCE - Sistema de certificação energética dos edifícios

1. Introdução

1.1. Enquadramento e objetivos

O Relatório do Estágio Curricular realizado na empresa Asl&Associados no âmbito da unidade curricular DIPRE do 2º ano do Mestrado em Engenharia Civil no Ramo de Construções, tem como principal objetivo obter um contacto mais direto com o mercado de trabalho, ultrapassar obstáculos criados desenvolvendo atitudes profissionais.

1.2. Organização do relatório de estágio

Este Relatório de Estágio encontra-se dividido em cinco capítulos, com alguns deles subdivididos em subcapítulos, nos quais estão descritos todo o trabalho de pesquisa e desenvolvimento realizados no âmbito do Estágio Curricular realizado na Asl&Associados.

No Capítulo 1 apresenta-se uma breve introdução do Relatório de Estágio na qual estão relatados os objetivos e a organização do relatório, mencionando a missão e os valores da empresa acolhedora, como descritas as atividades desenvolvidas.

No Capítulo 2 refere-se à certificação energética, englobando as suas etapas, a escala estabelecida de classificação energética, como as simplificações de metodologia referentes aos edifícios existentes no âmbito do REH, as medidas de melhoria e dois casos de estudo nomeadamente a um edifício unifamiliar e uma fração autónoma.

No Capítulo 3 menciona o condicionamento acústico, apresentando os valores regulamentares a cumprir em edifícios habitacionais e de serviços, serão apresentados três casos de estudo de condicionamento acústico, particularmente um habitacional, um misto e um de serviços, a metodologia de cálculo relativa ao índice de redução sonora, ao isolamento sonoro a sons aéreos e a sons de percussão como tempos de reverberação e, por fim, uma metodologia para avaliação e classificação da qualidade acústica introduzida pelo LNEC.

No Capítulo 4 estão descritas as conclusões globais relativamente ao estágio curricular.

No Capítulo 5 está exposta a bibliografia considerada para a elaboração deste Relatório de Estágio.

No final do presente relatório estão inseridos os anexos nomeadamente os certificados energéticos com as respetivas folhas de cálculo e as folhas de cálculo dos casos de estudo de condicionamento acústico.

1.3. ASL&ASSOCIADOS

ASL & ASSOCIADOS é uma empresa fortemente vocacionada na área de projeto e consultoria em engenharia civil. Fundada em 2006, baseia a sua estratégia de atuação na oferta de um serviço global de engenharia, nomeadamente, a consultoria e assistência ao dono da obra, a elaboração de estudos e projetos Multidisciplinares, assim como todas as atividades inerentes à fiscalização e gestão de obra, assegurando assistência na gestão e supervisão da sua construção (controlo de custos, prazos, encomenda e receção de materiais, coordenação e gestão de subempreiteiros em obra, etc.).

A ASL ASSOCIADOS é uma sociedade por quotas, tendo os seus quadros distribuídos por técnicos superiores, médios e serviços de apoio. Possui uma equipa experiente, responsável, com conhecimentos, abrangendo disciplinas diversificadas, fortemente motivada e com espírito jovem e inovador. De tal forma, que proporciona ao cliente a atribuição dos meios necessários, em qualquer momento, para a satisfação dos objetivos estabelecidos.

A metodologia de trabalho baseia-se, fundamentalmente, na complementaridade, imparcialidade e inter-relação dos técnicos, o que se traduz, na prática, numa discussão aprofundada e rigorosa de todas as questões técnicas de um dado projeto - numa base integrada e sustentada - permitindo assegurar a elevada qualidade técnica do trabalho não descuidando nenhum pormenor técnico.

1.4. Atividades desenvolvidas

O período de estágio teve a duração de seis meses, de 31 de janeiro de 2014 a 31 de julho de 2014, desenvolvido na sede da empresa ASL&ASSOCIADOS na Rua Gonçalves Zarco nº 1129B, sala 406 em Leça Da Palmeira.

As atividades realizadas neste estágio decompõem-se em duas partes: à elaboração de certificados energéticos e condicionamento acústico em edifícios habitacionais, mistos e de serviços, em que serão apresentados nos Capítulos 2 e 3 respetivamente.

2. Certificação energética em edifícios habitacionais

A Diretiva Europeia sobre o Desempenho Energético dos Edifícios (EPBD) visa enquadrar a forma como os diferentes países deveriam tornar os seus edifícios mais eficientes, do ponto de vista energético. A estratégia traçada passava pela quantificação do consumo nominal de energia por m² de edificando e pela certificação energética dos edifícios novos e existentes.

O novo sistema de certificação energética dos edifícios (SCE), aprovado pelo decreto-lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, integra o regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH), e o regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços (RECS). Este tem como objetivo de assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios.

Para o presente relatório será apenas mencionado o regulamento de desempenho energético acústico dos edifícios de habitação (REH).

No âmbito de aplicação deste novo sistema encontram-se abrangidos, através Capítulo II – Artigo 3.º:

- Todos os edifícios novos;
- Todos os edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, ou seja intervenções na envolvente ou nas instalações técnicas do edifício, cujo custo seja superior a 25% do valor do edifício;
- Os edifícios de comércio e serviços existentes com área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000m², ou 500m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas;
- Os edifícios que sejam propriedade de uma entidade pública e tenham área útil de pavimento e tenham área interior de pavimento ocupada por uma entidade pública

- e frequentemente visitada pelo público superior a 500m² ou, a partir de 1 de julho de 2015, superior a 250 m²;
- Todos os edifícios existentes, quer de habitação como de serviços, aquando da celebração de contratos de venda e de locação, incluindo o arrendamento, previsto no artigo 3.º do referido decreto-lei.

A Certificação Energética dos edifícios existentes, obrigatória em Portugal desde 1 de julho de 2009, visa informar os consumidores sobre a qualidade térmica do edifício/fração e recomendar um conjunto de medidas de melhoria do desempenho energético e da qualidade do ar interior.

Um certificado energético contém diversas informações tais como, a identificação do imóvel e do perito de qualidade, etiqueta de desempenho energético, validade do certificado, descrição sucinta do imóvel, descrição das soluções adotadas, síntese das medidas de melhoria, entre outros campos que são específicos do edifício considerado, como ilustra a Figura 1.



Figura 1 - Exemplo de um certificado energético

2.1. Etapas da certificação

O processo de certificação envolve a atuação de um perito qualificado, o qual terá que verificar a conformidade regulamentar do edifício (em projeto e no final da obra) no âmbito dos regulamentos aplicáveis (REH), classificá-lo de acordo com o seu desempenho energético, com base numa escala que varia entre A⁺ (melhor desempenho) e G (pior desempenho) e eventualmente propor medidas de melhoria.

Em resultado da sua análise o perito pode emitir:

- Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR), após verificação do projeto do edifício ou fração autónoma e que deverá ser integrada no processo de pedido de licenciamento ou de autorização de construção;
- Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior (CE), após verificação da obra concluída, e que será utilizado no processo de pedido de licenciamento ou autorização de utilização.

Embora sejam documentos distintos, a Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR) e o Certificado Energético (CE) obtêm-se através do mesmo processo de base, funcionando a DCR como uma espécie de pré-certificado, sendo natural que, não existindo alterações substanciais ao projeto durante a obra. A informação contida na DCR não tem validade prevista, ou seja, o documento será válido até conclusão da obra e emissão do respetivo certificado energético, esta passa a definitiva com a emissão do CE, após a verificação do perito qualificado no final da obra.

No caso de edifícios existentes, apenas existe CE, que avalia e classifica o desempenho energético do imóvel e qualidade do ar no seu interior pode dar indicações sobre possíveis medidas de melhoria desse desempenho.

A validade de um CE depende do tipo de edifício e dos requisitos regulamentares a que está sujeito, assim temos:

- 10 anos para edifícios ou frações de habitação que não estejam sujeitos a auditorias periódicas à energia;
- 2,3 ou 6 anos para edifícios ou frações de edifícios sujeitos a auditorias periódicas de energia.

2.2. Classificação energética

A classificação do edifício obedece a uma escala de classes (definidas de A⁺ a G), em que a classe A⁺ corresponde ao melhor desempenho energético e a classe G corresponde a um edifício de pior desempenho energético.

Nos edifícios novos, as classes energéticas variam apenas entre as classes A⁺ e B⁻, já os edifícios existentes podem ter qualquer classe, como ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 - Classificações do Sistema de Certificação Energética

| | Classe energética | $R = N_{tc} / N_t$ | |
|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| | A ⁺ | $R \leq 0.25$ | |
| | A | $0.25 < R \leq 0.50$ | |
| | B | $0.50 < R \leq 0.75$ | |
| | B ⁻ | $0.75 < R \leq 1.00$ | |
| Edifícios existentes | C | $1.00 < R \leq 1.50$ | Edifícios novos |
| | D | $1.50 < R \leq 2.00$ | |
| | E | $2.00 < R \leq 2.50$ | |
| | F | $2.50 < R \leq 3.00$ | |
| | G | $3.00 < R$ | |

A classe energética (R) é calculada a partir da expressão:

$$R = \frac{N_{tc}}{N_t} \quad (1)$$

Sendo N_{tc} as necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e preparação de águas quentes sanitárias (AQS) dado pela expressão (2) e N_t o valor limite de N_{tc} , dado pela expressão (3).

$$\begin{aligned} N_{tc} = & \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \times N_{ic}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \times \sigma \times N_{vc}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} \\ & + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \times \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \frac{W_{vm,j}}{A_p} \times F_{pu,j} + \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \times F_{pu,p} \end{aligned} \quad (2)$$

Em que:

N_{ic} - Necessidades nominais de energia útil para aquecimento (kWh/m².ano);

$f_{i,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para aquecimento supridas pelo sistema k ;

N_{vc} - Necessidades nominais de energia útil para arrefecimento (kWh/m².ano);

$f_{v,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para arrefecimento supridas pelo sistema k ;

Q_a - Necessidades de energia útil para produção de águas quentes sanitárias pelo sistema k (kWh/ ano);

$f_{a,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para produção de águas quentes sanitárias supridas pelo sistema k ;

η_k - Eficiência do sistema k , que toma o valor de 1 no caso de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renovável, à exceção de sistemas de queima de biomassa sólida em que deve ser usada a eficiência do sistema de queima;

j - Todas as fontes de energia incluindo as de origem renovável;

p - Fontes de origem renovável;

$E_{ren,p}$ - Energia produzida a partir de fontes de origem renovável p , (kWh/ano), incluindo apenas energia consumida;

$W_{vm,j}$ - Energia elétrica necessária ao funcionamento de ventiladores (kWh/ano);

A_p - Área interior útil de pavimento (m^2);

$F_{pu,j}$ e $F_{pu,p}$ - Fator de conversão de energia útil para energia primária (kWh_{EP}/kWh);

σ - Igual a 1, exceto para o uso de arrefecimento (N_{vc}) em que pode tomar o valor de 0 sempre que o fator de utilização de ganhos térmicos seja superior ao respetivo fator de referência, o que representa as condições em que o risco de sobreaquecimento se encontra minimizado.

No Despacho (extrato) n.º15793-D/2013 está definido os fatores de conversão entre energia útil e energia primária de acordo com a fonte de energia utilizada nos edifícios de habitação.

Os fatores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar são:

- a) $F_{pu}=2,5$ kWh_{EP}/kWh para eletricidade, independentemente da origem (renovável ou não renovável);
- b) $F_{pu}=1$ kWh_{EP}/kWh para combustíveis sólidos, líquidos e gasosos não renováveis.

No caso de energia térmica de origem renovável, o fator F_{pu} toma o valor de 1 kWh_{EP}/kWh.

Na determinação das emissões de CO₂ associadas ao consumo de energia nos edifícios, os fatores de conversão de energia primária para emissões de CO₂ são:

Tabela 2 – Fatores de conversão de energia primária para emissões de CO₂

| Fonte de energia | Fator de conversão [kgCO ₂ /kWh] |
|------------------|---|
| Eletricidade | 0,144 |
| Gasóleo | 0,267 |
| Gás Natural | 0,202 |
| GPL (canalizado) | 0,170 |
| GPL garrafas | |
| Renovável | 0,0 |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-D/2013

A fração autónoma/edifício não pode ter um valor de N_{tc} superior ao valor de N_t , sendo este último parâmetro calculado através da seguinte equação:

$$N_t = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \times N_i}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \times N_v}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} \quad (3)$$

Em que:

N_i - Valor máximo para as necessidades nominais de energia útil para aquecimento (kWh/m².ano);

$f_{i,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para aquecimento supridas pelo sistema k ;

N_v - Valor máximo para as necessidades nominais de energia útil para arrefecimento (kWh/m².ano);

$f_{v,k}$ - Parcela das necessidades de energia útil para arrefecimento supridas pelo sistema k ;

η_{ref} - Valor referência para o rendimento dos diferentes tipos de sistemas técnicos utilizados ou previstos para aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente e preparação de AQS;

j - Fonte de energia;

$F_{pu,j}$ - Fator de conversão de energia útil para energia primária (kWh_{EP}/kWh).

As metodologias de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento ambiente, as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias e as necessidades nominais anuais globais de energia primárias estão publicadas no Despacho (extrato) n.º 15793- I/2013.

2.3. Dados climáticos

O zonamento climático de Portugal baseia-se na Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS) de nível III, cuja composição é feita por municípios, detalhada no Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013.

As zonas climáticas de inverno são definidas tendo em conta o número de graus-dias (GD) na base de 18°C, correspondente à estação de aquecimento, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Definição da zona climática de inverno

| Critério | GD≤1300 | 1300<GD≤1800 | GD>1800 |
|----------|---------|--------------|---------|
| Zona | I1 | I2 | I3 |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-F/2013

E as zonas climáticas de verão são definidas de acordo com a temperatura média exterior correspondente à estação convencional de arrefecimento ($\theta_{ext,v}$), conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Definição da zona climática de verão

| Critério | $\theta_{ext,v} \leq 20^{\circ}\text{C}$ | $20^{\circ}\text{C} < \theta_{ext,v} \leq 22^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{ext,v} > 22^{\circ}\text{C}$ |
|----------|--|---|---------------------------------------|
| Zona | V1 | V2 | V3 |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-F/2013

No entanto, para obter a zona climática onde o edifício se insere, entre outros parâmetros climáticos como a duração da estação de aquecimento (M), a temperatura exterior média

do mês mais frio da estação de aquecimento ($\theta_{ext,i}$), a energia solar média mensal durante a estação de aquecimento (G_{sul}) e a energia solar acumulada durante a estação de arrefecimento consoante a orientação (I_{sol}), é necessário saber a altitude a que se encontra o local. Isto porque, os valores dos parâmetros climáticos X associados a um determinado local, são obtidos a partir de valores de referência X_{REF} para cada NUTS III e ajustados com base na altitude desse local, z , através duma fórmula do tipo linear, com declive a , proporcional à diferença entre a altitude do local e uma altitude de referência Z_{REF} para cada NUTS III, segundo a seguinte expressão:

$$X = X_{REF} + a \times (z - z_{REF}) \quad (4)$$

Em que:

X – Parâmetros climáticos;

X_{REF} - Valor de referência do parâmetro climático;

a – Declive associado ao parâmetro climático;

z - Altitude do local onde se situa o edifício/fracção;

z_{REF} - Altitude de referência do local.

Os parâmetros climáticos podem ser, na estação de aquecimento:

- O número de graus-dias, na base de 18°C, correspondente à estação convencional de aquecimento (GD);
- Duração da estação de aquecimento (M);
- Temperatura exterior média do mês mais frio da estação de aquecimento ($\theta_{ext,i}$);
- Energia solar média mensal durante a estação, recebida numa superfície vertical orientada a Sul, em kWh/m².mês (G_{sul}).

E na estação de arrefecimento pode ser:

- Temperatura exterior média ($\theta_{ext,v}$);

- Energia solar acumulada durante a estação, recebida na horizontal (inclinação 0°) e em superfícies verticais (inclinação 90°) para os quatro pontos cardeais e os quatro colaterais (Isol).

2.4. Fator solar

O fator solar de um vão envidraçado (g_{\perp}) é um valor que representa a relação entre a energia solar transmitida para o interior do edifício através do vão envidraçado em relação à radiação solar incidente na direção normal ao envidraçado.

O fator solar do vidro utilizado no vão envidraçado, para uma incidência normal à superfície, $g_{\perp,vi}$, deve ser fornecido pelo fabricante, sendo que, para os casos em que não seja possível aceder a esta informação, são apresentados na Tabela 5, os valores do fator solar de várias composições típicas de vidros simples ou duplos, compreendendo vidros planos incolores, coloridos, refletantes e foscos.

Tabela 5 - Fator solar do vidro para uma incidência normal ao vão

| Composição do vidro | | $g_{\perp,vi}$ |
|---------------------|---------------------------------------|----------------|
| Vidros simples | Incolor 4mm | 0.88 |
| | Incolor 5mm | 0.87 |
| | Incolor 6mm | 0.85 |
| | Incolor 8mm | 0.82 |
| | Colorido na massa 4mm | 0.70 |
| | Colorido na massa 5mm | 0.65 |
| | Colorido na massa 6mm | 0.60 |
| | Colorido na massa 5mm | 0.50 |
| | Refletante Incolor 4 a 8mm | 0.60 |
| | Refletante Colorido na massa 4 a 5mm | 0.50 |
| | Refletante Colorido na massa 6 a 8mm | 0.45 |
| | Fosco | (1) |
| Vidro duplo | Incolor 4 a 8mm+ Incolor 4mm | 0.78 |
| | Incolor 4 a 8mm+ Incolor 5mm | 0.75 |
| | Colorido na massa 4mm+Incolor 4 a 8mm | 0.60 |

| Composição do vidro | | $g_{\perp,vi}$ |
|---------------------|---|----------------|
| Vidro duplo | Colorido na massa 5mm+Incolor 4 a 8mm | 0.55 |
| | Colorido na massa 6mm+Incolor 4 a 8mm | 0.50 |
| | Colorido na massa 8mm+Incolor 4 a 8mm | 0.45 |
| | Refletante Incolor 4 a 8mm+Incolor 4 a 8mm | 0.52 |
| | Refletante colorido 4 a 5mm+Incolor 4 a 8mm | 0.40 |
| | Refletante colorido 6 a 8mm+Incolor 4 a 8mm | 0.35 |
| | Tijolo de vidro | 0.57 |
| | Fosco | (1) |

(1) Nas situações de vidro fosco, podem ser utilizados valores de fator solar correspondentes às soluções de vidro incolor de igual composição.

Fonte: Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013

Caso o perito não tenha a informação sobre os vãos envidraçados deverá considerar como vidro corrente: o vidro simples incolor de 6mm ou o vidro duplo incolor com um pano de 4 a 8 mm e o outro pano de 5mm, em que:

$$g_{\perp,vi}(\text{vidros simples}) = 0.85$$

$$g_{\perp,vi}(\text{vidros duplos}) = 0.75$$

Na Tabela 6, encontram-se os valores do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivo de proteção solar, permanente ou móvel, totalmente ativado ($g_{\perp,vc}$), para vidros simples ou duplos.

Tabela 6 - Valores correntes do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar

| Tipo de proteção | | $g_{\perp,vc}$ | | | | | |
|-----------------------------|--|----------------|-------|--------|---------------|-------|--------|
| | | Vidro simples | | | Vidros duplos | | |
| | | Clara | Média | Escura | Clara | Média | Escura |
| Proteções exteriores | Portada de madeira | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.03 | 0.05 | 0.06 |
| | Persiana de réguas de madeira | 0.05 | 0.08 | 0.10 | 0.04 | 0.05 | 0.07 |
| | Persianas de réguas metálicas ou plásticas | 0.07 | 0.10 | 0.13 | 0.04 | 0.07 | 0.09 |

| Tipo de proteção | | $g_{\perp,vc}$ | | | | | |
|-----------------------------|--|----------------|-------|--------|---------------|-------|--------|
| | | Vidro simples | | | Vidros duplos | | |
| | | Clara | Média | Escura | Clara | Média | Escura |
| Proteções exteriores | Estore veneziano de lâminas de madeira | - | 0.11 | - | - | 0.08 | - |
| | Estore veneziano de lâminas metálicas | - | 0.14 | - | - | 0.09 | - |
| | Lona opaca | 0.07 | 0.09 | 0.12 | 0.04 | 0.06 | 0.08 |
| | Lona pouco transparente | 0.14 | 0.17 | 0.19 | 0.10 | 0.12 | 0.14 |
| | Lona muito transparente | 0.21 | 0.23 | 0.25 | 0.16 | 0.18 | 0.2 |
| Proteções interiores | Estores de lâminas | 0.45 | 0.56 | 0.65 | 0.47 | 0.59 | 0.69 |
| | Cortinas opacas | 0.33 | 0.44 | 0.54 | 0.37 | 0.46 | 0.55 |
| | Cortinas ligeiramente transparentes | 0.36 | 0.46 | 0.56 | 0.38 | 0.47 | 0.56 |
| | Cortinas transparentes | 0.38 | 0.48 | 0.58 | 0.39 | 0.48 | 0.58 |
| | Cortinas muito transparentes | 0.70 | - | - | 0.63 | - | - |
| | Portadas opacas | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.35 | 0.46 | 0.58 |
| | Persianas | 0.35 | 0.45 | 0.57 | 0.40 | 0.55 | 0.65 |
| | Proteção entre dois vidros: estore veneziano, lâminas delgadas | - | - | - | 0.28 | 0.34 | 0.40 |

Fonte: Despacho (extrato) n.15793-K/2013

Para a definição deste fator, é essencial saber a cor da proteção (clara, escura ou média) a qual é definida em função do coeficiente de reflexão da superfície exterior da proteção, com base no estabelecido na tabela da Tabela 7, para o coeficiente de absorção de algumas cores típicas.

Tabela 7 - Coeficiente de absorção da radiação solar

| Cor | a |
|---|-----|
| Clara (branco, creme, amarelo, laranja, vermelho-claro) | 0,4 |
| Média (vermelho-escuro, verde-claro, azul claro) | 0,5 |
| Escura (castanho, verde-escuro, azul-vivo, azul-escuro) | 0,8 |

Fonte: Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013

2.5. Simplificações de cálculo no âmbito do REH

Os edifícios existentes não requerem de requisitos mínimos, as metodologias de cálculo são as previstas para os edifícios novos e podem ser utilizadas as simplificações descritas no Despacho n.º 15793-E/2013.

Para fins de cálculo das necessidades nominais de energia útil de aquecimento (N_{ic}) e de arrefecimento (N_{vc}), as regras de simplificação aplicadas são abrangidas ao levantamento dimensional, caracterização dos elementos da envolvente opaca, coeficiente de redução de perdas, classe de inércia térmica, renovação do ar interior, potência dos ventiladores, ventilação mecânica (caso exista), fator solar, eficiência dos sistemas técnicos e contribuição de sistemas solares térmicos.

Estas simplificações são apresentadas nos pontos que se seguem.

2.5.1 Levantamento Dimensional

O levantamento dimensional consiste na determinação das dimensões relativas à área útil de pavimento, pé direito, área da parede da envolvente exterior e interior, área da cobertura tanto exterior como interior, área de pavimento tanto exterior como interior, áreas de portas exteriores, áreas dos envidraçados da fração.

O levantamento dimensional deve corresponder à realidade construída, devendo-se recorrer sempre à melhor informação possível. As medições das dimensões efetuadas no local devem-se traduzir em peças desenhadas que incluam informação relativa às áreas e

dimensões dos diferentes elementos construtivos. Devem ser aplicadas as regras indicadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional

| Parâmetro | Regras |
|---|--|
| Área interior útil de pavimento | Ignorar áreas de paredes/pavimentos/cobertura associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1,0m ; |
| Área de parede (interior e exterior) | Ignorar áreas de parede/pavimento/cobertura associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1,0m; |
| Área de pavimento (interior e exterior) | Reduzir o valor da área interior útil de pavimento total em 10% caso a medição da área seja feita de forma global, incluindo a área de contato das paredes divisórias com os pavimentos, isto é, sem compartimentação dos espaços; |
| Área de cobertura (interior e exterior) | A área das coberturas inclinadas (inclinação superior a 10°) pode ser medida no plano horizontal, agravando-se o valor medido em 25%; |
| Pé-direito médio | Em caso de pé-direito variável, deverá ser adotado um valor médio aproximado e estimado em função das áreas de pavimento associadas. |
| Áreas de portas (interior e exterior) | As portas de envolvente com uma área envidraçada inferior a 25% poderão considerar-se incluídas na secção corrente da envolvente opaca contígua, sendo que no caso contrário poderão ser tratadas globalmente como um vão envidraçado. |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-E/2013

2.5.2 Coeficiente de redução de perdas

A determinação dos valores dos coeficientes de redução de perdas, b_{tr} , para o cálculo da transferência de calor por transmissão através da envolvente interior, por elementos em

contacto com locais não-úteis e edifícios vizinhos, admite-se que se possam tomar os seguintes valores por defeito:

- 0,8 para todos os espaços não úteis;
- 0,6 para edifícios adjacentes.

Para coeficientes de redução de perdas superior a 0,7 deverão ser consideradas as pontes térmicas lineares.

2.5.3 Transferência de calor por transmissão através da envolvente

A caracterização dos elementos da envolvente opaca refere-se à determinação do coeficiente de transmissão de calor (U) de cada um dos elementos constituintes da referida envolvente opaca, designadamente, dos elementos exteriores em zona corrente (paredes exteriores e pavimentos exteriores) e dos elementos em zona corrente (paredes e pavimentos em contacto com zonas não úteis). Por falta de conhecimento destes elementos utilizados na fração/edifício recorre-se às simplificações propostas pela Nota Técnica NT-SCE-01, da qual a solução escolhida deverá ter como base de escolha a espessura do elemento construtivo (confirmação do elemento no levantamento) e o ano de construção do edifício, conforme a Tabela 9 para paredes rebocadas simples exteriores anteriores a 1960, Tabela 10 para paredes rebocadas simples exteriores posteriores a 1960 e a Tabela 11 para pavimentos e coberturas.

Tabela 9 – Coeficiente de transmissão de calor para paredes rebocadas simples exteriores anteriores a 1960

| Espessura da alvenaria [m] | | | |
|----------------------------|------|------|------|
| 0,30 | 0,60 | 0,90 | 1,20 |
| 2,4 | 1,8 | 1,4 | 1,2 |

Fonte: Nota Técnica NT-SCE-01

Tabela 10 - Coeficiente de transmissão de calor para paredes rebocadas simples exteriores posteriores a 1960

| Espessura da alvenaria [m] | | | |
|----------------------------|-------------|------|------|
| 0,18 a 0,20 | 0,23 a 0,29 | 0,30 | 0,35 |
| 1,70 | 1,3 | 1,1 | 0.96 |

Fonte: Nota Técnica NT-SCE-01

Tabela 11 - Coeficiente de transmissão de calor para pavimentos e coberturas

| Pavimento (fluxo descendente) | |
|--|------|
| Pavimento leve ⁽¹⁾ | 2,20 |
| Pavimento pesado ⁽²⁾ | 3,10 |
| Cobertura (fluxo ascendente) | |
| Cobertura leve inclinada ⁽³⁾ | 3.80 |
| Cobertura pesada inclinada ⁽²⁾ | 3,40 |
| Cobertura pesada horizontal ⁽²⁾ | 2,80 |

(1) Pavimento em madeira do tipo barrotes e soalho sem teto interior

(2) Betão

(3) Cobertura de madeira fortemente ventilada

Fonte: Nota Técnica NT-SCE-01

Nas situações em que não existam evidências de que a solução construtiva garante a ausência ou reduzida contribuição de zonas de ponte térmica plana, dispensa-se a determinação rigorosa das áreas e dos coeficientes de transmissão térmica das zonas de pilares, vigas, caixas de estore e outras heterogeneidades, podendo ser considerado para estes elementos o coeficiente de transmissão térmica determinado para a zona corrente, agravado em 35%.

Os valores das resistências térmicas superficiais encontram-se descritos no Tabela 12.

Tabela 12 - Valores das resistências térmicas superficiais

| Sentido do fluxo de calor | | Resistência térmica [m ² . °C/W] | |
|---------------------------|-------------|--|--------------------|
| | | Exterior, R_{se} | Interior, R_{si} |
| Horizontal | | 0.04 | 0.13 |
| Vertical | Ascendente | 0.04 | 0.10 |
| | Descendente | 0.04 | 0.17 |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-K/2013

No caso de algum dos elementos estar em contacto com espaço não útil e não com o exterior, é feita uma adaptação do valor de U mediante a expressão:

$$U_{\text{interior}} = \frac{1}{\frac{1}{U_{\text{exterior}}} - 0.04 + 0.13} \quad (5)$$

No âmbito do cálculo das perdas de calor através de zonas de ponte térmica linear poderão considerar-se os valores constantes da Tabela 13.

Tabela 13 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares

| Tipo de ligação | Ψ [W/(m.°C)] |
|--|-------------------|
| Fachada com pavimento térreos | 0.70 |
| Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido | |
| Fachada com cobertura | |
| Fachada com pavimento de nível intermédio | |
| Fachada com varanda | |
| Duas paredes verticais em ângulo saliente | 0.50 |
| Fachada com caixilharia | 0.30 |
| Zona de estore | |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-E/2013

Não se contabilizam pontes térmicas lineares em paredes de compartimentação que intersejam paredes, coberturas e pavimentos em contato com o exterior ou espaços não úteis, bem como paredes interiores separando um espaço interior útil de um espaço não útil ou de um edifício adjacente, desde que $b_{tr} \leq 0,7$.

2.5.4 Classe de inércia térmica interior

No caso de não existirem cálculos devidamente justificados da classe de inércia térmica interior da fração autónoma em estudo pode-se considerar, em geral, as três situações de acordo com a Tabela 14.

Tabela 14 – Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica interior

| Classe de Inércia Térmica Interior | Requisitos |
|------------------------------------|--|
| Fraca | <p>Características a verificar cumulativamente na fração autónoma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teto falso em todas as divisões ou pavimento de madeira ou esteira leve (cobertura); - Revestimento de piso do tipo flutuante ou pavimento de madeira; - Paredes de compartimentação interior em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação. |
| Média | <p>No caso de não se verificarem os requisitos acima indicados que permitem definir uma classe de inércia térmica forte ou fraca, a inércia térmica interior da fração em estudo deve considerar-se média.</p> |
| Forte | <p>Características a verificar cumulativamente na fração autónoma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pavimento e teto de betão armado ou pré-esforçado; - Revestimento de teto em estuque ou reboco; - Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pêlo (não se incluem soluções de pavimentos flutuantes); - Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco; - Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco; |

| Classe de Inércia Térmica Interior | Requisitos |
|---------------------------------------|--|
| Forte | - Paredes da envolvente interior (caixa de escadas, garagem,...) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco. |

Nenhuma das soluções referidas inclui isolamento térmico pelo interior.

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-E/2013

2.5.5 Ganhos solares brutos

Para efeitos de cálculo dos ganhos solares brutos, o produto $F_s.F_g$ necessário à determinação dos ganhos solares através de cada vão envidraçado poderá ser determinado de uma forma expedita, dispensando a avaliação rigorosa dos ângulos formados por elementos horizontais ou verticais sobrepostos aos vãos envidraçados, como palas, varandas, outros elementos do mesmo edifício, e por elementos provocadores de obstruções do horizonte.

Na estação de aquecimento, o produto $F_s.F_g$ poderá ser calculado assumindo os valores indicados na Tabela 15, mantendo-se a condição que, em nenhum caso o produto $F_s.F_g$ deverá ser menor que 0,27.

Tabela 15 – Valores do produto $F_s.F_g$ para cálculo das necessidades de aquecimento em edifícios existentes

| Parâmetro | Regra de Simplificação | Regras de aplicação |
|-------------------|---|--|
| Produto $F_s.F_g$ | Sem sombreamento $F_s.F_g = 0,63$ ($F_s = 0,90$; $F_g = 0,70$) | <ul style="list-style-type: none"> – Envidraçados orientados a Norte; – Envidraçados nas restantes orientações, sem obstruções do horizonte e sem palas. |

| Parâmetro | Regra de Simplificação | Regras de aplicação |
|-------------------------|--|--|
| Produto $F_s \cdot F_g$ | Sombreamento Normal/Standard $F_s \cdot F_g = 0,32$ ($F_s = 0,45; F_g = 0,70$) | – Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um ângulo de obstrução inferior ou igual a 45° |
| | Fortemente sombreamento $F_s \cdot F_g = 0,19$ ($F_s = 0,27; F_g = 0,70$) | – Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um ângulo de obstrução superior a 45° . |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-E/2013

Na estação de arrefecimento, o produto $F_s \cdot F_g$ poderá ser calculado assumindo os valores indicados na Tabela 16.

Tabela 16 - Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para cálculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes

| Parâmetro | Regra de Simplificação | Regras de aplicação |
|-------------------------|--|---|
| Produto $F_s \cdot F_g$ | Sem sombreamento $F_s \cdot F_g = 0,63$ | – Envidraçados orientados a Norte; – Envidraçados nas restantes orientações, sem palas horizontais. |
| | Sombreamento Normal/Standard $F_s \cdot F_g = 0,56$ | – Envidraçados não orientados a Norte, com palas que conduzam a um ângulo de obstrução inferior ou igual a 45° |
| | Fortemente sombreamento $F_s \cdot F_g = 0,50$ | – Envidraçados não orientados a Norte, com palas que conduzam a um ângulo de obstrução superior a 45° |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-E/2013

Para efeito de cálculo, podem ser tomados os valores típicos da fração envidraçada de diferentes tipos de caixilharia representados na Tabela 17.

Tabela 17 – Fração envidraçada

| Caixilharia | F_g | |
|------------------------------------|----------------|----------------|
| | Sem quadrícula | Com quadrícula |
| Alumínio ou aço | 0.70 | 0.60 |
| Madeira ou PVC | 0.65 | 0.57 |
| Fachada cortina de alumínio ou aço | 0.90 | - |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-E/2013

2.5.6 Ventilação

A ventilação não possui requisitos mínimos para as renovações por hora (R_{ph}) nos edifícios existentes, porém o valor de R_{ph} a considerar no cálculo deverá cumprir estes três valores:

- 1) $0,40 \text{ h}^{-1} \leq R_{ph,ref,i} \leq 0.60 \text{ h}^{-1}$;
 - 2) $R_{ph,i} \geq 0.40 \text{ h}^{-1}$;
 - 3) $R_{ph,v} \geq 0.40 \text{ h}^{-1}$.
- Taxa de renovação horária do ar interior por ventilação natural

Nos casos de janelas em que não existam, ou não seja possível, obter informação sobre a classe de permeabilidade ao ar, mas existam vedantes em todo o perímetro da janela, estas poderão ser consideradas como de classe 2.

- Taxa de renovação horária do ar interior por ventilação mecânica

Na ausência de informação relativa à taxa de renovação horária do ar interior por ventilação mecânica, designadamente sobre o caudal de ar de base de projeto e as características das bocas de extração dos sistemas mecânicos, pode ser considerado um caudal de ar extraído de $45 \text{ m}^3/\text{h}$ em cada instalação sanitária e de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ na cozinha.

- Potência elétrica de ventiladores

Para efeito de cálculo do consumo de energia dos ventiladores e na ausência de outra informação, poderá ser considerada uma potência elétrica de 16 W por cada 50 m³/h de ar extraído.

2.5.7 Eficiência dos sistemas técnicos

A eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios existentes deverá ser feita preferencialmente, pelos resultados de inspeção ou medição realizada no último ano, por entidade habilitada para o efeito, em alternativa a resultados de medições, será permitida a utilização de informação técnica fornecida pelos fabricantes, com base em ensaios normalizados, mediante a verificação do adequado funcionamento dos sistemas.

Na falta de dados mais precisos, adotar os valores de referência indicados na Nota Técnica, tendo em conta a idade do equipamento.

No âmbito do cálculo das necessidades nominais globais de energia primária (N_{tc}), poderão os PQ aplicar os valores de eficiência dos sistemas de climatização e de preparação de águas quentes sanitárias (AQS) indicados na Tabela 18.

Tabela 18 – Valores de referência da eficiência dos equipamentos de climatização e de produção de águas quentes sanitárias

| Tipo de sistema | | Idade do equipamento (Anos) | | |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|-------|------|
| | | 0-9 | 10-19 | ≥ 20 |
| Climatização | Resistência elétrica | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | Caldeira a combustível gasoso | 0,87 | 0,83 | 0,79 |
| | Caldeira a combustível líquido | 0,80 | 0,76 | 0,72 |
| | Caldeira a combustível sólido | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| | Bomba de calor (aquecimento) | 4,00 | 3,25 | 2,50 |
| | Bomba de calor (arrefecimento) | 3,00 | 2,75 | 2,50 |

| Tipo de sistema | | Idade do equipamento (Anos) | | |
|-----------------|---|-----------------------------|-------|------|
| | | 0-9 | 10-19 | ≥ 20 |
| Climatização | Máquina frigorífica (ciclo de compressão) | 3,00 | 2,75 | 2,50 |
| | Máquina frigorífica (ciclo de absorção) | 0,80 | 0,65 | 0,65 |
| Sistema de AQS | Termoacumulador elétrico | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| | Termoacumulador a gás | 0,60 | 0,57 | 0,54 |
| | Caldeira mural | 0,72 | 0,69 | 0,66 |
| | Esquentador a gás | 0,40 | 0,39 | 0,38 |

Fonte: Despacho (extrato) n.º15793-E/2013

2.5.8 Contribuição de sistemas solares térmicos

No presente regulamento, mantém-se a promoção da utilização de fontes de energia renovável, com clarificação e reforço dos métodos para quantificação do respetivo contributo, e com natural destaque para o aproveitamento do recurso solar, abundantemente disponível no nosso país. Como fontes de energia renovável, pode recorrer-se a sistemas solares térmicos, sistemas solares fotovoltaicos, sistemas eólicos, biomassa, geotermia, mini-hídrica ou ainda aerotérmica e geotérmica (bombas de calor). Para efeitos da presente dissertação, só é desenvolvida a utilização de fontes de energia renováveis com recurso a sistemas solares térmicos, sendo qualquer um dos outros sistemas descritos no Despacho (extrato) n.º 15793-H/2013.

A energia produzida pelo sistema solar térmico (EREN), deve ser determinada com recurso à versão em vigor do programa Solterm do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) ou outra ferramenta que utilize metodologia de cálculo, equivalente que permita, quando aplicável, quantificar essa energia para diversos usos, devidamente validada por entidade competente designada para o efeito pelo ministério responsável pela área da energia.

Estes sistemas técnicos dos edifícios ficam sujeitos a padrões mínimos de eficiência energética, estabelecidos pelo regulamento na Portaria n.º349-B/2013. Deste modo, a energia fornecida pelo sistema solar térmico a instalar tem de ser igual ou superior à obtida com um sistema solar constituído por coletores padrão com as seguintes características:

- Orientação a Sul e com inclinação de 35°;
- Apresentação dos seguintes parâmetros geotérmicos, óticos e térmicos:
 - i. Planos com área de abertura de 0,65m² por ocupante convencional;
 - ii. Rendimento optico de 73%;
 - iii. Coeficientes de perdas térmicas $a_1=4,12\text{W}/(\text{m}^2.\text{K}^2)$;
 - iv. Modificador de ângulo para incidência de 50° igual a 0,91.

2.6 Medidas de melhoria

As medidas de melhoria constituem uma parte fundamental da certificação energética e dependem das características dos edifícios. Para habitações muitas sugestões de melhoria dizem respeito a:

- Isolamento de coberturas, paredes e pavimento;
- Substituição ou instalação de janelas mais eficientes e proteções solares;
- Aplicação de sistema de energia renovável, sobretudo coletores solares;
- Instalação de ar condicionado, caldeiras e esquentadores mais eficientes.

2.7 Casos de estudo

Concluída a contextualização teórica e a descrição das simplificações adotadas, passa-se à descrição de dois casos de estudo de edifícios existentes, em que um será uma fração autónoma (A) e uma moradia unifamiliar (B).

Nos Anexos I estão apresentados os certificados energéticos de cada caso de estudo e as respetivas folhas de cálculo.

2.7.1 Caso A - Fração autónoma

I. Descrição da fração autónoma

A fração autónoma localiza-se no concelho de Porto, a uma altitude de 48m e a uma distância superior a 5km da costa. O edifício é constituído por cave de garagem e oito pisos de habitação e possui elevador. A fração é de tipologia T2, constituído por sala, cozinha, dois quartos, duas instalações sanitárias e circulação interior, possui uma área útil de 74.87 m², um pé-direito médio 2.44m e localiza-se entre pisos.

Tem a fachada principal orientada a Sudoeste, confronta lateralmente por zona de circulação comum, marquise, fração autónoma adjacente e exterior.

A fração autónoma apresenta uma inércia térmica forte, conforme o critério referido na Tabela 14 – Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica interior.

O edifício dispõe de rede de abastecimento de combustível de gás natural.



Figura 2 – Fração autónoma em estudo assinalada – Fachada Sudoeste do edifício





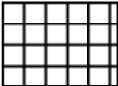

II. Delimitação de envolventes

As envolventes distinguem-se em:

- Envolventes exteriores – Conjunto dos elementos do edifício ou da fração autónoma que estabelecem a fronteira entre o espaço interior e o ambiente exterior;
- Envolvente interior – Fronteira que separa a fração autónoma de ambientes normalmente não climatizados (espaços anexos não úteis), tais como garagens, marquises, lavandarias, bem como de outras frações autónomas adjacentes em edifícios vizinhos.

A marcação das envolventes terá o esquema de cores a seguir indicado.

Tabela 19 – Marcação das envolventes

| | |
|---|---|
| Requisito exterior |  |
| Sem requisitos |  |
| Interior com requisito de exterior |  |
| Interior com requisito de interior |  |
| Em planta identificar pavimento (com a respetiva cor) |  |
| Em planta identificar cobertura (com a respetiva cor) |  |

A fração autónoma em estudo encontra-se delimitada por exterior (vermelho), fração de habitação (verde), zona de circulação comum (amarela) e lavandaria (amarelo), conforme demonstra a Figura 3, uma planta ilustrativa do levantamento dimensional efetuado.

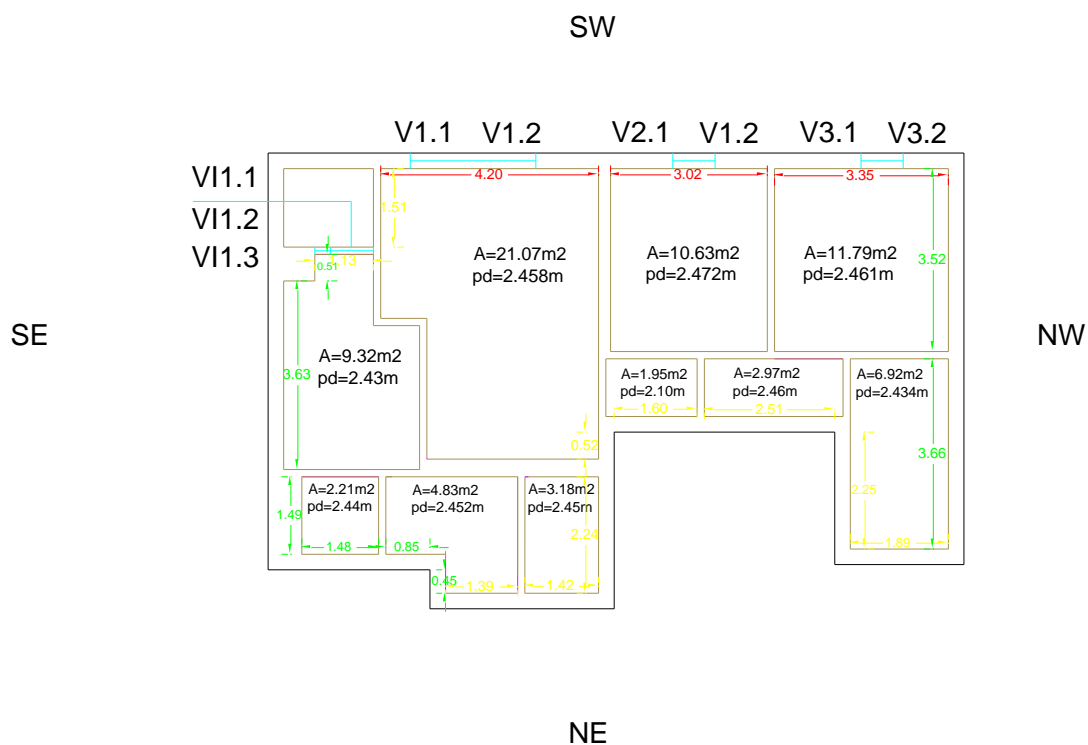


Figura 3 – Planta da fração

A fração autónoma em estudo encontra-se entre pisos, ou seja, confronta acima com fração de habitação e abaixo com fração de habitação, logo tanto o pavimento como a cobertura serão sem requisitos, dado que não há perdas de calor, conforme a Figura 4 e a Figura 5.

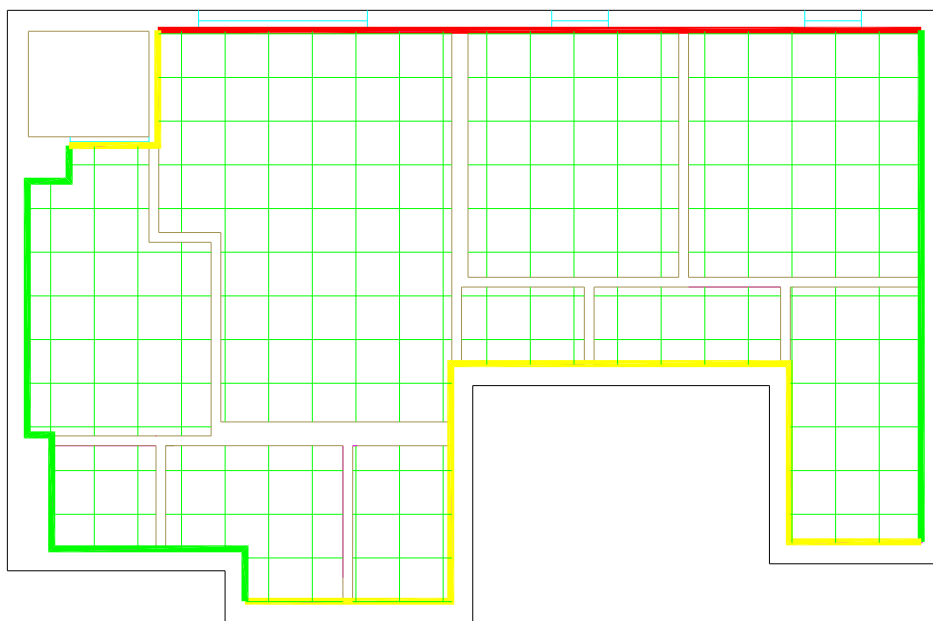


Figura 4 – Pavimento sem requisitos (ver legenda na Tabela 19 – Marcação das envolventes)

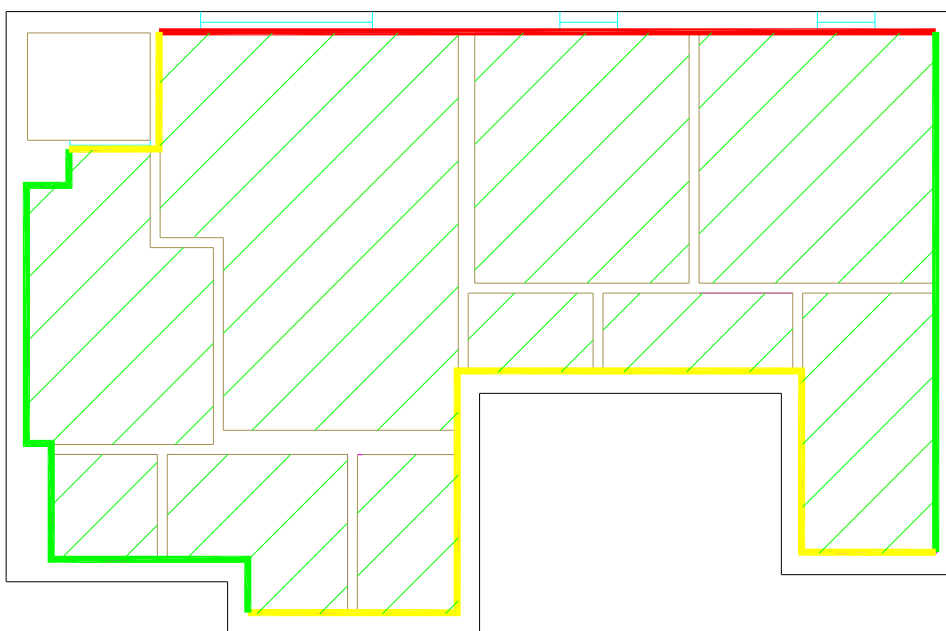


Figura 5 – Cobertura sem requisitos (ver legenda na Tabela 19 – Marcação das envolventes)

III. Coeficiente de redução de perdas

A fração autónoma está delimitada por duas zonas não úteis, designadamente a zona de circulação comum e lavandaria.

De acordo com o despacho (extrato) n.º15793-E/2013, o valor a considerar para o coeficiente de redução de perdas para os dois espaços não úteis será $b_{tr} = 0.80$.

IV. Soluções construtivas

Não existe informação das soluções construtivas portanto dever-se-á usar a simplificação supracitada no subtítulo 2.5, alínea 2.5.3 do presente relatório.

Caracterização da envolvente opaca:

- Parede exterior – PE1

Parede exterior orientada a Sudoeste em alvenaria tijolo furado ou bloco, com uma espessura total de 0,38 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura espectral corrente e exterior em reboco de cor clara, com espessura espectral corrente (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efetuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.

Tabela 20 – Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede exterior – PE1

| | |
|----------------------------|------|
| U [W/m².°C] | 0,96 |
| U _{ref} [W/m².°C] | 0,50 |

• Parede interior – PI1

Parede interior, em alvenaria tijolo furado ou bloco, em contacto com marquise, com uma espessura total de 0,2 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura espectral corrente, e pelo espaço não útil em cerâmica, com espessura espectral corrente (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efetuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.

Tabela 21 - Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede interior – PI1

| | |
|------------------------------------|------|
| U [W/m ² .°C] | 1.47 |
| Uref [W/m ² .°C] | 0.50 |

• Parede interior – PI2

Parede interior, em alvenaria tijolo furado ou bloco, em contacto zona de circulação comum, com uma espessura total de 0,2 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura espectral corrente, e pelo espaço não útil em reboco, com espessura espectral corrente (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efetuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios. Esta correção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.

Tabela 22 - Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede interior – PI2

| | |
|------------------------------------|------|
| U [W/m ² .°C] | 1.47 |
| Uref [W/m ² .°C] | 0.50 |

V. Pontes térmicas lineares

No presente caso apresenta as seguintes pontes térmicas lineares:

- Fachada com pavimento de nível intermédio;
- Fachada com caixilharia;
- Zona de estore;
- Duas paredes verticais em ângulo saliente.

VI. Ventilação

Para a folha de cálculo para a obtenção do valor da taxa de renovação horária nominal, Rph do LNEC, deverá ser introduzidos dados relativamente ao enquadramento do edifício:

- Tipo de edifício – edifício existente;
- Local – Porto;
- Região – B (corresponde às regiões autónomas dos Açores e da Madeira e a todas as localidades situadas numa faixa de 5km de largura junto à costa e/ou de altitude superior a 600m);
- Rugosidade – I (habitação situada no interior de uma zona urbana);
- Altitude – 48m;
- Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach) – 2 ou mais (considera-se que a fração tem apenas 1 fachada exposta ao exterior, quando a área dessa fachada representa mais de 70% da área total de fachadas da fração e quando existem aberturas de ventilação apenas nessa fachada);
- Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas? – Não;
- Altura do edifício (H_{edif}) – 24m (Altura do edifício em estudo, correspondente à maior distância vertical entre o ponto do teto da fração mais elevada do edifício (nível da cobertura) e o nível do terreno; em caso de terreno ou teto com diferentes

níveis, considera-se a maior distância na vertical; pode ser determinada simplificada por $3 \times n.^{\circ}$ de pisos);

- Altura da fração (H_{FA}) – 9m;
- Área útil – 74.9 m²;
- Pé direito – 2.44 m;
- N.º de pisos da fração – 1;
- Velocidade vento – Defeito REH (ausências de dados).

A permeabilidade ao ar da envolvente, é definida pela permeabilidade ao ar das janelas, que pode tomar os valores 1, 2 e 3 ou sem classificação sempre que a qualificação da série de caixilharia não é comprovada por ensaio e pela existência ou não de caixa de estores e respetiva permeabilidade.

A caixa de estore apresenta uma permeabilidade baixa quando a caixa de estore é exterior e comunica com o interior apenas na zona de passagem da fita, quando a caixa de estore tem em toda a sua periferia um vedante sob compressão e comunica com o interior apenas na zona de passagem da fita; não tem permeabilidade caso a caixa de estore seja exterior e não comunique com o interior para efeitos de estimativas das infiltrações de ar não será considerada e para os restantes casos considera-se uma permeabilidade alta.

A ventilação processa-se de forma mecânica com um ventilador de exaustão em cada instalação sanitária, apresentado na Figura 6. A potência dos ventiladores é de 28,8 kW e apresentam um caudal total de 90m³/h, dado que para edifícios existentes na ausência de outra informação, pode ser considerado um caudal de ar extraído de 45 m³/h. Não existem aberturas de admissão de ar na fachada e condutas de ventilação natural sem obstruções significativas.



Figura 6 – Ventilação mecânica existente na instalação sanitária

Os resultados obtidos foram os seguintes:

- ♦ $R_{ph,i}=1.95 \text{ h}^{-1}$
- ♦ $R_{ph,v}=1,95 \text{ h}^{-1}$
- ♦ $W_{vm} = 252.3 \text{ kWh}$
- ♦ $R_{ph} \text{ estimado}=1.95 \text{ h}^{-1}$
- ♦ $R_{ph} \text{ mínimo}=0.40 \text{ h}^{-1}$

VII. Ganhos solares pelos envidraçados

Os envidraçados exteriores da fração autónoma são constituídos por vão simples inserido na fachada Sudoeste, com caixilharia metálica sem corte térmico, fixo, de abrir e de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo incolor+incolor (4+4mm) com 6mm de caixa-de-ar e proteção solar exterior em persianas de régua metálicas ou plásticas de cor clara. Este tipo de envidraçado corresponde os seguintes fatores solares, apresentados na Tabela 6 e Tabela 17:

- ♦ $g_{\perp,vi}=0.78$
- ♦ $g_{\perp,vc} = 0.04$
- ♦ $F_g = 0.70$

Foi utilizado na determinação do fator solar do envidraçado e no produto $F_s \times F_g \times F_w$, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes.

Todos os vãos envidraçados tanto nas condições de sombreamento na estação de aquecimento como nas de arrefecimento apresentam-se sem sombreamento.

- Envidraçado V1.1

Vão simples inserido na fachada Sudoeste com caixilharia metálica sem corte térmico, de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a $3,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

- Envidraçado V1.2, V2.1 e V3.1

Vão simples inserido na fachada Sudoeste com caixilharia metálica sem corte térmico, fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a $2,72 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

- Envidraçado V2.2 e V3.2

Vão simples inserido na fachada Sudoeste com caixilharia metálica sem corte térmico, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a $2,88 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.



VE1.1 e VE1.2



VE2.1 e VE2.2



VE3.1 e VE3.2

Figura 7 – Vãos envidraçados exteriores

Todos os envidraçados apresentam um U_{ref} de $2,90 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Os envidraçados interiores da fração autónoma em contacto com a marquise são constituídos por vão simples inserido na fachada Sudoeste, com caixilharia metálica sem corte térmico, fixo, de abrir e de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar,

constituído por vidro simples e sem proteção solar. Este tipo de envidraçado corresponde os seguintes fatores solares, através da Tabela 6 e Tabela 17:

- ♦ $g_{\perp,vi} = 0.88$
- ♦ $g_{\perp,vc} = 0.88$
- ♦ $F_g = 0.70$
- Envidraçado VI1.1 e V1.3

Vão simples inserido na fachada Sudoeste com caixilharia metálica sem corte térmico, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a $3,98 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

- Envidraçado VI1.2

Vão simples inserido na fachada Sudoeste com caixilharia metálica sem corte térmico, fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a $3,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.



VI1.1, VI1.2 e VI1.3

Figura 8 – Vãos envidraçados interiores

VIII. Sistema de climatização

Não existe sistema de arrefecimento e aquecimento instalado.

IX. Sistema de preparação de AQS

A preparação de águas quentes sanitárias é efetuada por uma caldeira a gás natural, da marca Roca, modelo RS-20/20 e possui uma potência de 24 kW.

Não existe informação sobre a sua eficiência nominal, serve a fração em 100%, a idade do sistema é posterior a 1995, apresenta uma eficiência base de 0.75 e uma eficiência de 0.71.



Figura 9 – Caldeira a gás natural

X. Classificação energética

A razão entre N_{tc} e o N_t apresenta o valor de 1,63, enquadrado entre 1,50 e 2,0, a classe energética obtida, de acordo com os parâmetros definidos, foi de classe D, conforme a Tabela 1 - Classificações do Sistema de Certificação Energética.

XI. Medidas de melhoria

A medida de melhoria proposta será relativamente à preparação de águas quentes sanitárias e para o sistema de aquecimento na instalação de uma caldeira mural com câmara de combustão estanque, com tecnologia de condensação e micra acumulação, para produção de AQS e para o aquecimento ambiente, alimentada a eletricidade, com 21.80 kW de potência nominal e eficiência de 1,09 (109 %) a 30% de carga nominal. Deve dispor

de ignição eletrónica e modulação automática de chama, bem como de pré mistura de ar/gás no abastecimento ao queimador. O controlo do equipamento deve ser efetuado através de um display digital LCD para seleção de temperatura, funcionamento solar e diagnóstico de anomalia. O controlo remoto e recetor deverão estar incluídos (requer instalação). O aquecimento ambiente da fração é efetuado por meio de radiadores murais, instalados nas principais divisões da fração autónoma, interligados à caldeira proposta. Deverá ser garantida a manutenção periódica ao equipamento de acordo com a legislação em vigor.

2.7.2 Caso B - Edifício unifamiliar

I. Descrição da moradia

O edifício localiza-se no concelho de Touguinha, distrito do Vila Do Conde, a uma altitude de 20 m e a uma distância inferior a 5 km da costa. O edifício é de tipologia T3 com uma área útil de 294.71 m² e é constituído por 3 pisos.

A fração autónoma apresenta uma inércia térmica forte, conforme o critério referido na Tabela 14 – Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica interior.

O edifício dispõe de rede de abastecimento de combustível de GPL (garrafas).



Figura 10 – Edifício unifamiliar (Caso B)

II. Delimitação de envolventes

A delimitação de envoltente terá a mesma simbologia supracitada no ponto A.II. O edifício em estudo está delimitado por envoltentes exteriores, apresentado na Figura 10.

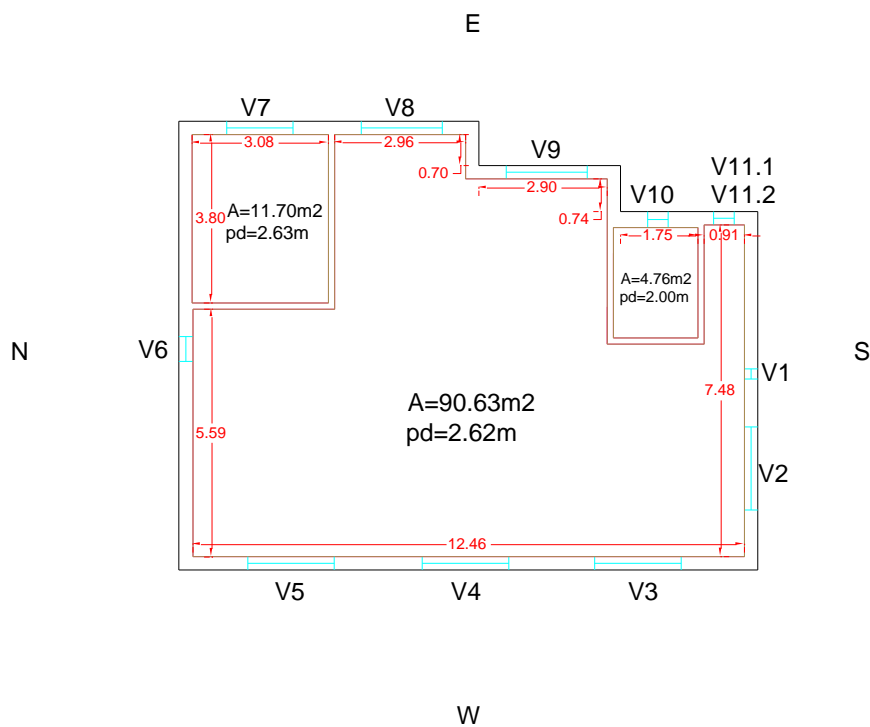


Figura 11 – Delimitação das envoltentes no rés-do-chão

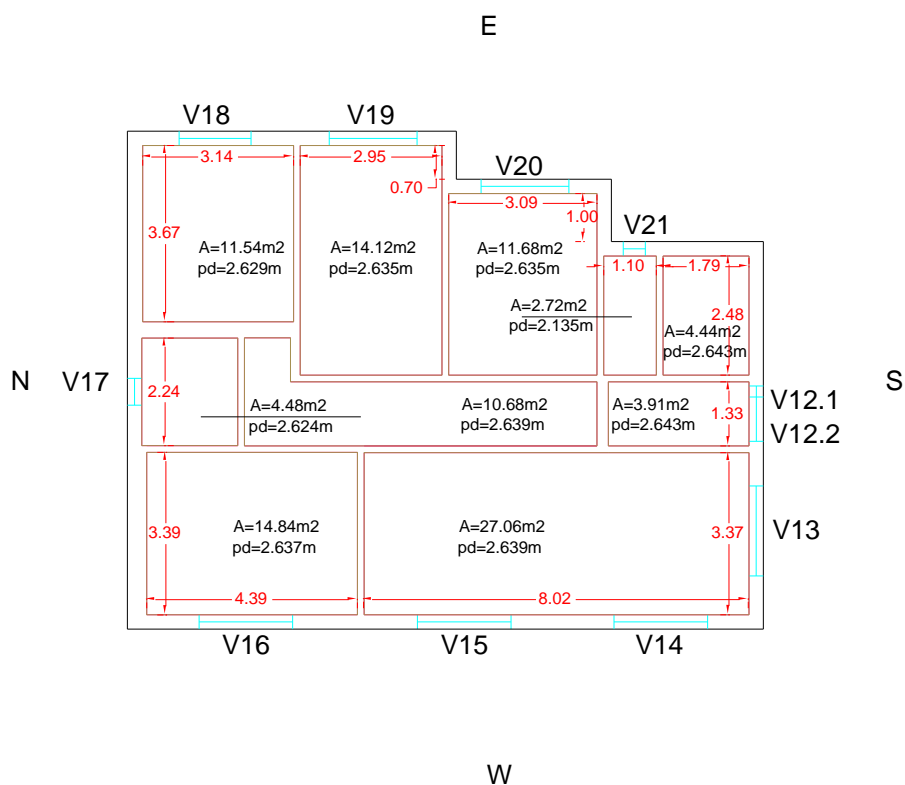


Figura 12 – Delimitação das envolventes no 1º andar

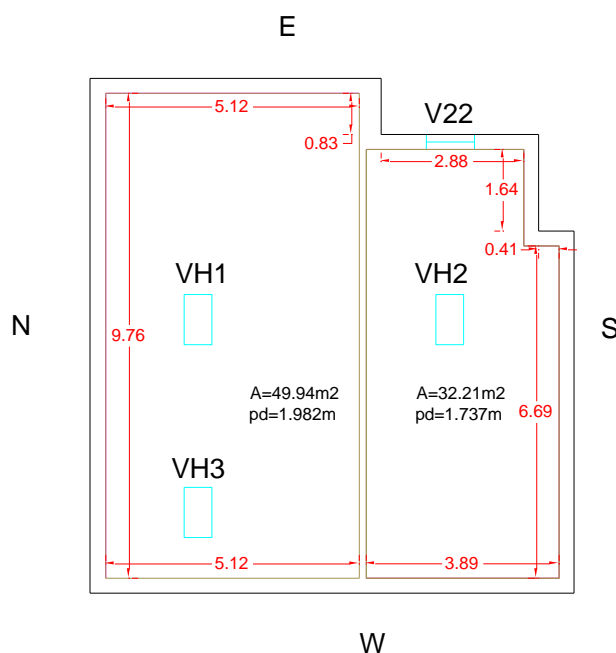


Figura 13 – Delimitação das envolventes no 2º andar

O pavimento está em contacto com o solo, o qual não possui requisitos (representado a verde) e a cobertura está em contacto com o exterior (representado a vermelho).

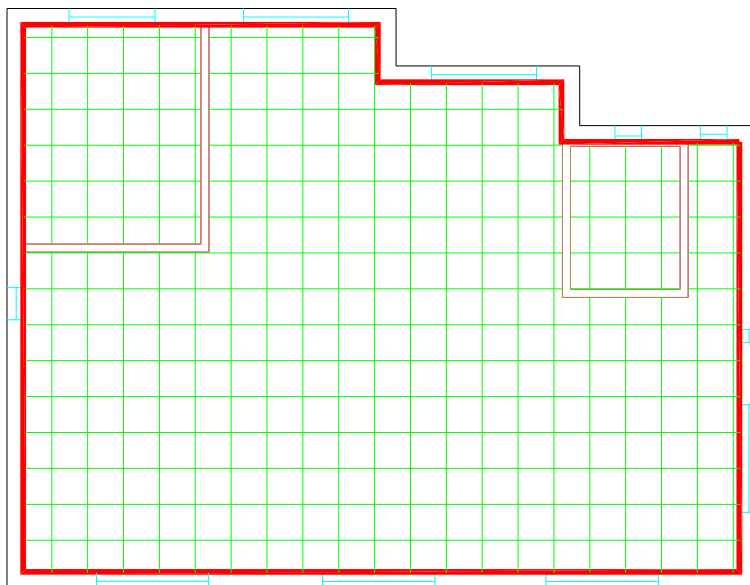


Figura 14 – Pavimento em contacto com o solo sem requisitos

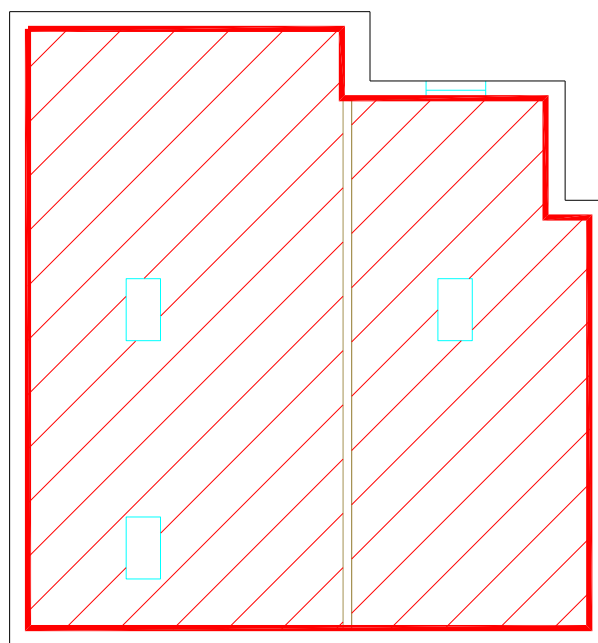


Figura 15 – Cobertura exterior

III. Coeficiente de redução de perdas

O edifício não se encontra delimitado por espaços não úteis.

IV. Soluções construtivas

Não existe informação das soluções construtivas portanto dever-se-á usar a simplificação supracitada no ponto 2.1.1.1, alínea III.

Caracterização da envolvente opaca:

- Paredes exteriores

PE1: Parede exterior orientada a Norte, Sul, Este e Oeste em alvenaria tijolo furado ou bloco, com uma espessura total de 0,34 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura espectável corrente, e exterior em reboco de cor clara, com espessura espectável corrente (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efetuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.

Tabela 23 – Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede exterior – PE1

| | |
|-----------------------------|------|
| U [W/m ² .°C] | 1.01 |
| Uref [W/m ² .°C] | 0.50 |

PE2: Parede exterior orientada a Norte, Sul, Este e Oeste em alvenaria tijolo furado ou bloco, com uma espessura total de 0,20 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura espectável corrente, e exterior em reboco de cor clara, com espessura espectável corrente (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efetuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.

Tabela 24 - Coeficiente de transmissão térmica superficial da parede exterior – PE2

| | |
|--------------------------------------|------|
| U [$W/m^2 \cdot ^\circ C$] | 1.70 |
| U_{ref} [$W/m^2 \cdot ^\circ C$] | 0.50 |

- Pavimento térreo – PAVT1

Pavimento térreo revestido pelo interior através de mosaico cerâmico, espessura espectável corrente. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico e a espessura da laje é desconhecida.

Tabela 25 - Coeficiente de transmissão térmica superficial do pavimento térreo – PAVT1

| | |
|---|------|
| R_f [$m^2 \cdot ^\circ C/W$] | 0.11 |
| $U_{f,eq}$ [$W/m^2 \cdot ^\circ C$] | 1.00 |
| $U_{f,eq,ref}$ [$W/m^2 \cdot ^\circ C$] | 0.50 |

- Cobertura exterior – COBE1

Cobertura exterior do tipo pesada inclinada, constituída por laje aligeirada de abobadilha cerâmica e vigotas pré-esforçadas, revestida pelo interior através de reboco, com espessura espectável corrente, e revestida pelo exterior através de telha cerâmica, de cor clara, com espessura espectável corrente. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico e a espessura da laje é desconhecida.

Tabela 26 - Coeficiente de transmissão térmica superficial da cobertura exterior – COBE1

| | |
|---|------|
| $U_{ascendente}$ [$W/m^2 \cdot ^\circ C$] | 3.40 |
| $U_{descendentes}$ [$W/m^2 \cdot ^\circ C$] | 2.74 |
| U_{ref} [$W/m^2 \cdot ^\circ C$] | 0.40 |

V. Pontes térmicas lineares

No presente caso teremos pontes térmicas lineares dos seguintes tipos:

- Fachada com pavimentos térreos;
- Fachada com pavimento de nível intermédio;

- Fachada com caixilharia;
- Zona de estore;
- Duas paredes verticais em ângulo saliente.

VI. Ventilação

Para a folha de cálculo para a obtenção do valor da taxa de renovação horária nominal, Rph do LNEC, deverá ser introduzidos dados relativamente ao enquadramento do edifício:

- Tipo de edifício – edifício existente;
- Local – Vila do Conde;
- Região – B (corresponde às regiões autónomas dos Açores e da Madeira e a todas as localidades situadas numa faixa de 5km de largura junto à costa e/ou de altitude superior a 600m);
- Rugosidade – I (habitação situada no interior de uma zona urbana);
- Altitude – 20m;
- Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach) – 2 ou mais (considera-se que a fração tem apenas 1 fachada exposta ao exterior, quando a área dessa fachada representa mais de 70% da área total de fachadas da fração e quando existem aberturas de ventilação apenas nessa fachada);
- Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas? – Não;
- Altura do edifício (H_{edif}) – 9 m (Altura do edifício em estudo, correspondente à maior distância vertical entre o ponto do teto da fração mais elevada do edifício (nível da cobertura) e o nível do terreno; em caso de terreno ou teto com diferentes níveis, considera-se a maior distância na vertical; pode ser determinada simplifadamente por $3 \times n.^{\circ}$ de pisos);
- Altura da fração (H_{FA}) – 9 m;
- Área útil – 294.7 m²;

- Pé direito – 2.41 m;
- N.º de pisos da fração – 3;
- Velocidade vento – Defeito REH (ausências de dados).

A permeabilidade ao ar do envolvente retém pelas mesmas características mencionadas no ponto A.VI.

A ventilação processa-se de forma natural.

As instalações sanitárias não apresentam condutas de evacuação e possuem janelas exteriores são consideradas como aberturas de admissão de ar na fachada em que o efeito da abertura destas janelas na ventilação pode ser estimado com base numa abertura fixa até 250 cm² de área livre por janela. Existem três instalações nestas condições logo a área livre de aberturas fixas será de 750 cm².

Os resultados obtidos foram os seguintes:

- ♦ $R_{ph,i}=1.21 \text{ h}^{-1}$
- ♦ $R_{ph,v}=1,21 \text{ h}^{-1}$
- ♦ $W_{vm} = 0 \text{ kWh}$
- ♦ $R_{ph} \text{ estimado}=1.21 \text{ h}^{-1}$
- ♦ $R_{ph} \text{ mínimo}=0.40 \text{ h}^{-1}$

VII. Ganhos solares pelos envidraçados

Os envidraçados serão agrupados de acordo com o tipo de caixilharia (fixa, de correr, de abrir) e pela proteção solar.

Foi utilizado na determinação do fator solar do envidraçado e no produto $F_s \times F_g \times F_w$, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes.

- Envidraçado VE2-5, VE7-9, VE13-16, VE18-20

Vão simples inserido na fachada com caixilharia metálica sem corte térmico, de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo com 9mm de caixa de ar e proteção solar exterior em portadas metálicas de cor escura, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,51 W/(m².°C).

Este tipo de envidraçado corresponde os seguintes fatores solares, apresentados na Tabela 6:

- ♦ $g_{\perp,vi} = 0.78$
- ♦ $g_{\perp,vc} = 0.09$



Figura 16 – Vão envidraçado exterior de correr com portadas metálicas

- Envidraçado VE1, VE12.1

Vão simples inserido na fachada com caixilharia metálica sem corte térmico, fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo sem proteção solar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,78 W/(m².°C).

Este tipo de envidraçado corresponde os seguintes fatores solares, apresentados na Tabela 6:

- ♦ $g_{\perp,vi} = 0.78$
- ♦ $g_{\perp,vc} = 0.78$



Figura 17 – Vão envidraçado exterior fixo sem proteção solar

- Envidraçado VE6, VE10-11.1, VE12.1, VE17, VE21

Vão simples inserido na fachada com caixilharia metálica sem corte térmico, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro simples sem proteção solar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a $6,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Este tipo de envidraçado corresponde os seguintes fatores solares, apresentados na Tabela 6:

- ♦ $g_{\perp,vi} = 0.85$
- ♦ $g_{\perp,vc} = 0.85$



Figura 18 - Vão envidraçado exterior de abrir sem proteção solar

- Envidraçado VE22

Vão simples inserido na fachada com caixilharia metálica sem corte térmico, de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo sem proteção solar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,35 W/(m².°C).

Este tipo de envidraçado corresponde os seguintes fatores solares, apresentados na Tabela 6:

- ♦ $g_{\perp,vi} = 0.78$
- ♦ $g_{\perp,vc} = 0.78$



Figura 19 – Vão envidraçado exterior de correr sem proteção solar

- Envidraçado VH1-3

Vão simples inserido na fachada com caixilharia metálica sem corte térmico, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo sem proteção solar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,15 W/(m².°C).

Este tipo de envidraçado corresponde os seguintes fatores solares, apresentados na Tabela 6:

- ♦ $g_{\perp,vi} = 0.78$
- ♦ $g_{\perp,vc} = 0.78$



Figura 20 – Vão envidraçado horizontal de abrir sem proteção solar

VIII. Sistemas de climatização

O edifício não possui sistemas de climatização.

IX. Sistemas de preparação de AQS

A preparação de águas quentes sanitárias é efetuada por um esquentador a gás propano, Vulcano, gama Click Ventilado de modelo WRD-KME11, possui uma potência de 18.6 kW e um rendimento de 75%.



Figura 21 – Esquentador a gás propano

X. Classificação energética

A razão entre N_{tc} e o N_t apresenta o valor de 1,88, enquadrado entre 1,50 e 2,0, a classe energética obtida, de acordo com os parâmetros definidos, foi de classe D, conforme a Tabela 1 - Classificações do Sistema de Certificação Energética.

XI. Medidas de melhoria

As medidas de melhoria propostas são:

- Cobertura: Aplicação de 4 cm de isolamento térmico poliestireno expandido moldado (EPS), em placas sob a cobertura em contacto com o exterior, reduzindo o valor do coeficiente de transmissão térmica. A solução é constituída por aplicação mecânica e colagem de placas de isolamento pelo interior das coberturas exteriores, à qual se sobrepõe uma estrutura leve de perfis de aço galvanizado (teto falso), revestidos com placa de gesso cartonado de 13mm fixadas mecânica mente à estrutura metálica (as características ignífugas e higrotérmicas das placas de gesso cartonado devem ser adequadas aos locais a que se destinam), e acabamento final em pintura. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 2816€, para uma redução anual da fatura energética até 977€. A implementação isolada desta medida de melhoria permite estimar uma Classe Energética D para o seu imóvel.
- AQS: Instalação de um esquentador estanque com tecnologia de condensação, para produção de AQS, alimentada a gás propano, com 23,6 kW de potência nominal e eficiência de 1,0 (100 %) a 30% de carga nominal. Deve dispor de ignição eletrónica e modulação automática de chama. O controlo do equipamento deve ser efetuado através de um display digital LCD para seleção de temperatura, funcionamento solar e diagnóstico de anomalia. O controlo remoto e recetor deverão estar

incluídos (requer instalação). Deverá ser garantida a manutenção periódica ao equipamento de acordo com a legislação em vigor. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 900€, para uma redução anual da fatura energética até 133€.A implementação isolada desta medida de melhoria permite estimar uma Classe Energética D para o seu imóvel.

- Aquecimento: Substituição do equipamento atual e/ou instalação de sistema de ar condicionado multisplit reversível com bomba de calor tipo inverter com classe energética A, para climatização, composto por uma unidade exterior com uma potência nominal de Arrefecimento 8,0 kW, EER de 3,86, potência nominal de Aquecimento 9,4 kW, COP de 4,65. Distribuição de fluído refrigerante R140A em tubagem cobre isolada 10mm O controlo do equipamento deve ser efetuado através de um display digital LCD para seleção de temperatura ambiente e diagnóstico de anomalia. O controlo remoto e recetor deverão estar incluídos (requer instalação). Deverá ser garantida a manutenção periódica ao equipamento de acordo com a legislação em vigor. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 4060€, para uma redução anual da fatura energética até 3791€.A implementação isolada desta medida de melhoria permite estimar uma Classe Energética C para o seu imóvel.
- AQS: Instalação de um Sistema solar individual, compacto, do tipo Kit-termossifão, para produção de águas quentes sanitárias, composto por coletores solares planos perfazendo uma área total de 4,5m², instalado na cobertura ou terraço, evitando obstruções do horizonte, com azimuth sul e inclinação 36°. O depósito de acumulação deve possuir 200 litros de capacidade com permutador de calor em camisa, com eficácia de 35%, localizado no exterior do imóvel e instalado na posição horizontal, construído em aço vitrificado e possuindo isolamento térmico

em espuma rígida de poliuretano com 50mm de espessura. A rede de transporte de fluído deve ser isolada e protegida mecanicamente. O controlo do sistema é efetuado por comando diferencial ligado a sondas de temperatura. O painel deve ter certificação Solar Keymark e contracto de manutenção do sistema por um período mínimo de 6 anos e ser instalado por técnicos acreditados pela DGEG. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 3000€, para uma redução anual da fatura energética até 541€. A implementação isolada desta medida de melhoria permite estimar uma Classe Energética D para o seu imóvel.

O impacto a nível financeiro e do desempenho energético na habitação por este conjunto de medidas de melhoria terá, se for implementado:

- Custo total estimado do investimento – 10.776€
- Redução anual estimada da fatura – até 4.540€
- Classe energética após medida – B.

3. Condicionamento acústico

O descanso pós-laboral tornou-se imprescindível dado ao aumento do ritmo de vida e do stress, fatores estes que podem influenciar a prestação no local de trabalho, o que conduziu à consciencialização por parte das pessoas e organismos face ao ruído faz com que este seja considerado um agente nocivo para o meio ambiente.

A qualidade dos edifícios habitacionais, de serviços e mistos tem vindo a aumentar aquando a sua aquisição, verificando-se um aumento nas exigências de conforto acústico.

Um dos aspetos a ter em consideração é a atual crise económica pela qual o mercado imobiliário atravessa, com o número de habitações a aumentar para venda e aluguer, consequentemente possibilita uma melhor seleção de modo a satisfazer as suas necessidades dos consumidores.

Nos Anexos II apresentam as folhas de cálculo relativamente ao índice de redução sonora, sons aéreos e de percussão, tempos de reverberação como as respetivas plantas de cada caso de estudo, bem como as fichas técnicas nomeadamente dos vidros aplicados e da manta acústica.

3.1 Enquadramento legislativo

O Regulamento Geral sobre o Ruído (R.G.R.) revê um conjunto de obrigações relacionadas quer no que diz respeito ao comportamento da envolvente edificada quer no domínio da poluição sonora. Enquanto o comportamento da envolvente edificada é passível de avaliação em fase de projeto, a produção sonora inerente às atividades próprias do edifício só poderá ser estudada de uma forma probabilística podendo eventualmente no futuro ser avaliada com maior rigor.

De acordo com a alínea *v)* e *x)* do artigo 3º do R.G.R., serão zonas sensíveis as áreas definidas em instrumentos de planeamento territorial como vocacionadas para usos

habitacionais, existentes ou previstos, bem como para escolas, hospitais, espaços de recreio e lazer e outros equipamentos coletivos prioritariamente utilizados pelas populações como locais de recolhimento, existentes ou a instalar.

Serão zonas mistas as áreas existentes ou previstas em instrumentos de planeamento territorial eficazes, cuja ocupação seja afeta a outras utilizações, para além das referidas na definição de zonas sensíveis, nomeadamente a comércio e serviços.

De acordo com o artigo 4º do mesmo regulamento, a classificação de zonas sensíveis e mistas é da competência da Câmara Municipal.

Os fatores de incerteza (I), a ter em conta nas avaliações, *in situ* destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos acústicos dos edifícios, associados à determinação das seguintes grandezas:

Tabela 27 - Fatores de incerteza

| | |
|--|--|
| Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea ($D_{2m, nT, W}$ ou $D_{nT, w}$): | $I = 3$ dB (somado ao valor determinado) |
| Índice de isolamento sonoro a sons de percussão ($L'_{nT, w}$): | $I = 3$ dB (diminuído ao valor determinado) |
| Nível de avaliação (L_{Ar}): | $I = 3$ dB (diminuído ao valor determinado) |
| Tempo de reverberação | $I = 25\%$ do limite regulamentar (diminuído ao valor determinado) |

Fonte: R.G.R

O Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) – D.L 96/2008 de 9 de julho, cujo objetivo é “regulamentar a vertente do conforto acústico no âmbito do regime da edificação, contribuindo para a melhoria da qualidade do ambiente acústico e para o bem-estar e saúde das populações, em articulação com o regime jurídico relativo ao ruído ambiente”.

As necessidades dos edifícios dependem do uso a que se destinam, o RRAE estipula a divisão dos mesmos nos seguintes tipos:

- Edifícios habitacionais e mistos, e unidades hoteleiras (art.º5º);
- Edifícios comerciais, industriais e de serviços, e partes similares em edifícios industriais (art.º6º);
- Edifícios escolares e similares, e de investigação (art.º7º);
- Edifícios hospitalares e similares (art.º8º);
- Recintos desportivos (art.º9º);
- Estações de transporte de passageiros (art.º10º);
- Auditórios e salas (art.º10º-A).

Para os edifícios habitacionais e mistos, os parâmetros aplicados e os respetivos valores regulamentares, estão esquematizados na próxima figura.

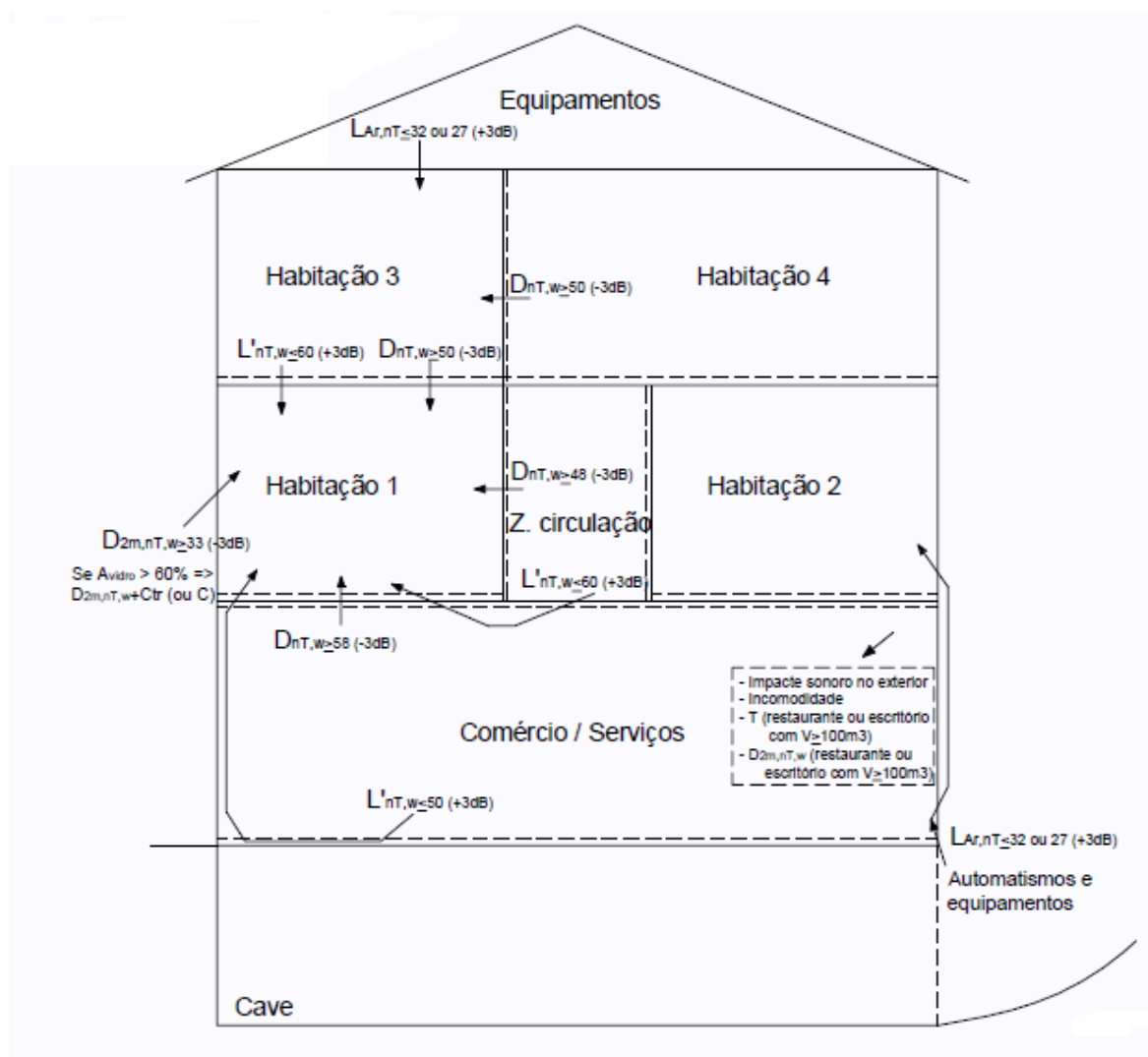


Figura 22 - Parâmetros aplicáveis a edifícios habitacionais e mistos

Fonte: Silva, 2006.

Os requisitos acústicos dos edifícios, apresentados no Capítulo II do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, para edifícios comerciais e de serviços, e partes similares em edifícios industriais, são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 28 - Parâmetros aplicáveis a edifícios comerciais

| Locais | Parâmetro avaliado | Valor regulamentar (dB) | Situação |
|--|--------------------|-------------------------|---|
| Exterior do edifício e as zonas de serviços | $D_{2m,nT,w}$ | ≥ 30 | Escritórios |
| | | ≥ 25 | Restantes recintos |
| Interior de escritórios, ou de recintos com vocação similar e outros locais do edifício. | $L'_{n,T,w}$ | ≤ 60 | Percussão normalizada sobre pavimentos de outros locais do edifício |
| | | ≤ 42 [dB(A)] | Funcionamento intermitente |
| | $L_{Ar,nT}$ | ≤ 27 [dB(A)] | Funcionamento contínuo |

3.2 Casos de estudo

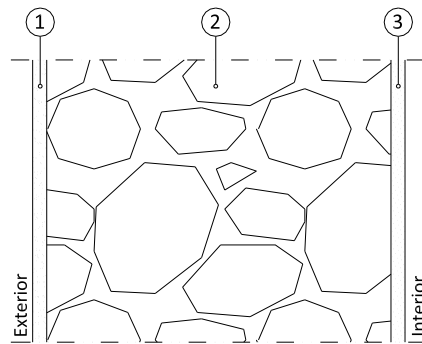
3.2.1 Caso A - Edifício habitacional

Condicionalmento Acústico relativo às obras de reabilitação de edifício de habitação unifamiliar, sito na União de Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, S. Nicolau e Vitoria no concelho do Porto.

O edifício unifamiliar em estudo é constituído por rés-do-chão e três pisos, sujeito a remodelação. O edifício é de tipologia T4, composto ao nível do rés-do-chão por escritório, arrumos, sala de jantar, cozinha e sala de estar. O primeiro e segundo andar dispõem de dois quartos com a respetiva instalação sanitária ficando o último piso destinado a uma sala de lazer. A circulação entre pisos é realizada por meio de caixa de escadas interior. No exterior, o edifício dispõe ainda de um logradouro com anexo destinado a lavandaria e arrumos.

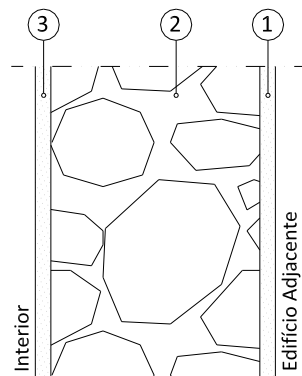
Neste projeto será analisado o quarto situado no primeiro andar, o qual será o mais desfavorável dado que é o compartimento para a rua principal, potenciando um maior ruído aéreo, e possui a maior área translúcida.

As soluções construtivas consideradas, são as seguintes:



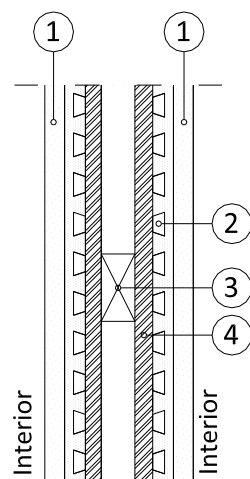
1. Azulejo aplicado em argamassa de 2cm de espessura
2. Parede existente em granito com 49 cm de espessura
3. Gesso projetado com 2 cm de espessura

Figura 23 – Parede exterior – PE01



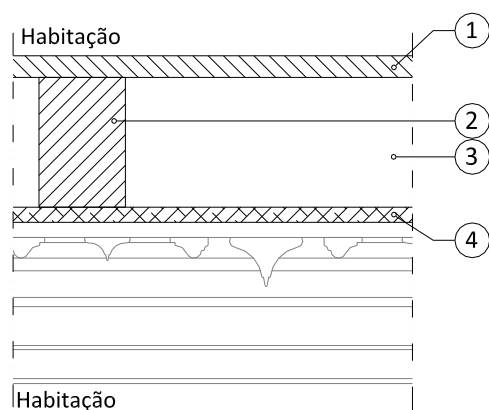
1. Reboco com 2 cm de espessura
2. Parede existente em granito com 27 cm de espessura
3. Gesso projectado com 2 cm de espessura

Figura 24 – Parede interior – PI01



1. Gesso projetado com 2cm de espessura
2. Fasquio
3. Prumo de madeira
4. Duplo tabuado (vertical e diagonal) com 2 cm de espessura

Figura 25 – Parede interior – PI02



1. Soalho com 2,5cm de espessura
2. Elemento estrutural em madeira
3. Caixa-de-ar com 15 cm de espessura
4. Teto em gesso trabalhado com 1,8 cm de espessura

Figura 26 – Pavimento – PV01

- EN01 – O envidraçado é vertical, vidro duplo incolor, com FLOAT 5 mm / câmara 12 mm AR / NEUTRALUX® 4 mm, com caixilharia em madeira.

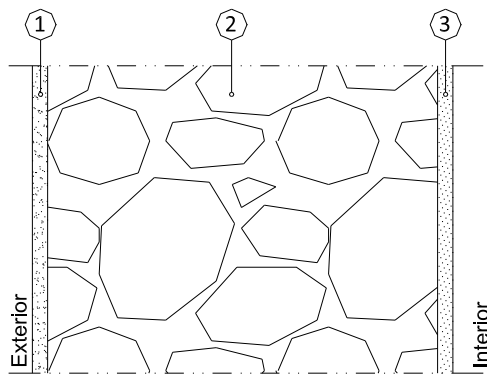
3.2.2 Caso B - Edifício misto

O condicionamento Acústico relativo às obras de recuperação de edifício de habitação multifamiliar e comércio, sito na União de Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, S. Nicolau e Vitória no concelho do Porto.

O edifício em estudo é constituído por rés-do-chão e 4 pisos. O rés-do-chão é composto por uma fração de serviços com entrada própria e uma fração de tipologia T1. Os pisos 1, 2, 3

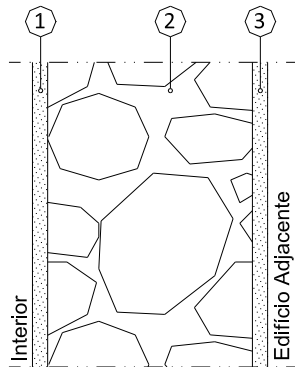
e 4, estão distribuídos em uma fração de tipologia T1 e uma de tipologia T0. As frações de tipologia T1 são constituídas por cozinha, instalação sanitária, sala e circulação. As frações de tipologia T0 são constituídas por open space, com sala, kitchenette e circulação e instalação sanitária. Algumas frações dispõem ainda de uma lavandaria e mezanino.

As soluções construtivas consideradas são:



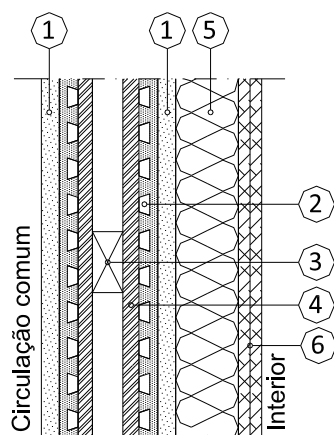
1. Reboco com 2 cm de espessura
2. Parede existente em granito com 51 cm de espessura
3. Gesso projetado com 2 cm de espessura

Figura 27 – Parede exterior



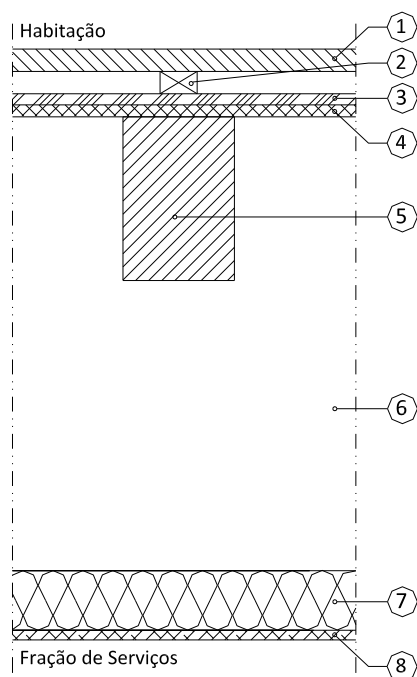
1. Reboco com 2 cm de espessura
2. Parede existente em granito com 27 cm de espessura
3. Gesso projetado com 2 cm de espessura

Figura 28 – Parede interior em contacto com edifício adjacente



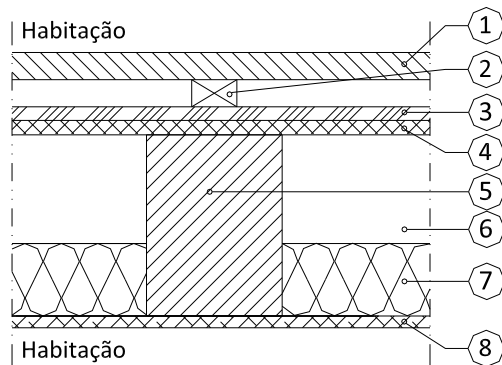
1. Gesso projetado
2. Fasquio
3. Prumo de madeira
4. Duplo tabuado (vertical e diagonal) com 2 cm de espessura
5. Lã de rocha com 7 cm de espessura
6. Placa dupla de gesso cartonado de 1,3 cm de espessura

Figura 29 – Parede interior em contacto com circulação comum



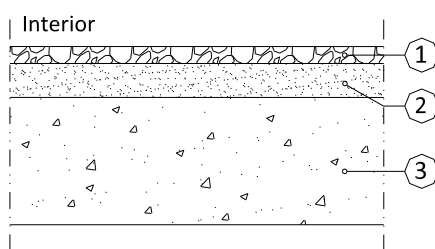
1. Soalho com 2cm de espessura
2. Ripado de madeira
3. Manta resiliente com 15mm de espessura
4. Placa de OSB com 1,6 cm de espessura
5. Elemento estrutural em madeira
6. Caixa-de-ar com 69 cm de espessura
7. Lã de rocha com 5 cm de espessura
8. Teto acústico com 1,3 cm de espessura

Figura 30 - Pavimento entre a fração de serviços e a habitação



1. Soalho com 2cm de espessura
2. Ripado de madeira
3. Manta resiliente com 15mm de espessura
4. Placa de OSB com 1,6 cm de espessura
5. Elemento estrutural em madeira
6. Caixa de ar com 20 cm de espessura
7. Lã de rocha com 5 cm de espessura
8. Gesso cartonado com 1,3 cm de espessura

Figura 31 – Pavimento entre habitações



1. Revestimento de granito
2. Camada de betonilha com 4cm de espessura
3. Laje aligeirada

Figura 32 – Pavimento térreo

- EN01 – Envidraçado vertical, vidro duplo incolor, com FLOAT 5 mm / câmara 12 mm AR / NEUTRALUX® 4 mm, com caixilharia em madeira.
- PRT - Portas de madeira para caixa de escadas.

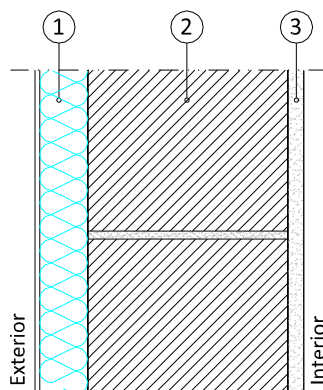
3.2.3 Caso C - Edifício de serviços: restaurante/sala de eventos

Condicionamento Acústico relativo às obras de construção de um empreendimento turístico, sito em Castelo de Eiras, freguesia Eiras, no concelho de Chaves.

Pretende-se construir no terreno pertencente ao requerente equipamentos e serviços de apoio ao empreendimento bem como a recuperação e ampliação da edificação existente no local. Os edifícios foram numerados de A a F, para uma melhor perceção do espaço em que se inserem.

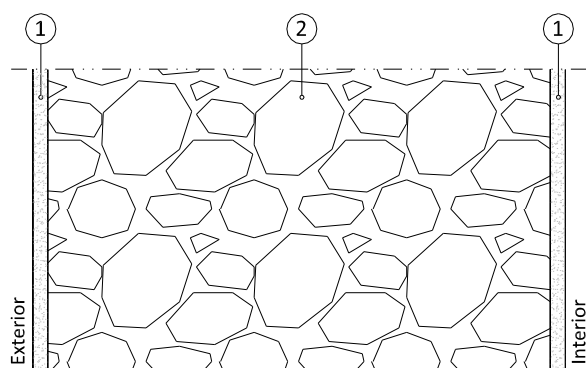
O edifício em estudo será o C, destinado ao edifício de restauração e bebidas bem como sala de eventos, a instalar no edifício pré-existente, este edifício será composto por vários espaços desde casa das máquinas, cozinha, instalações sanitárias, sala de eventos, espaço administrativo, sala de refeições, bar de apoio, espaço polivalente, etc. Com uma área de implantação de 1165.63m² e área bruta de 1936.77m².

As soluções construtivas consideradas:



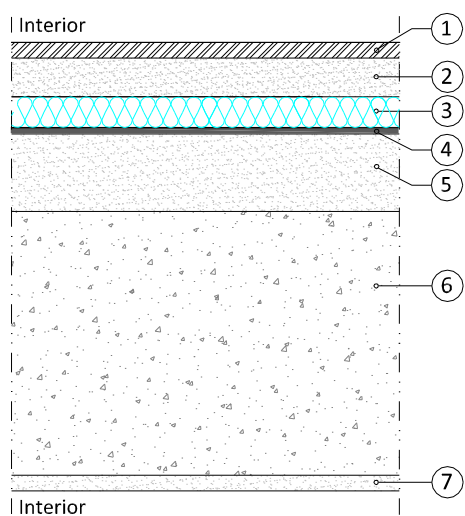
1. Poliestireno extrudido com de 6cm formando sistema capotto
2. Bloco térmico com 20cm de espessura
3. Reboco com 2 cm de espessura

Figura 33 – Parede exterior



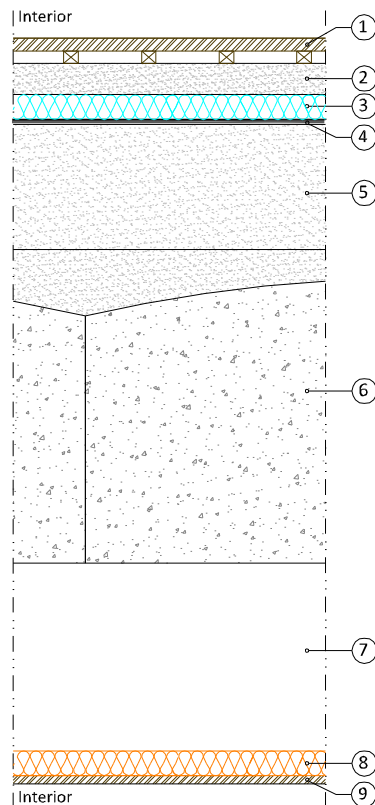
1. Reboco com 2 cm de espessura
2. Alvenaria de granito com 67 cm de espessura

Figura 34 – Parede interior – PI01



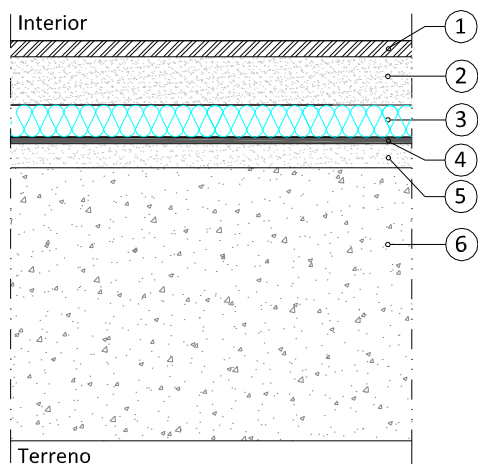
1. Cerâmica com 2cm de espessura
2. Argamassa de assentamentos com 5cm de espessura
3. Poliestireno extrudido com 4cm de espessura
4. Tela acústica
5. Betonilha com 10cm de espessura
6. Laje aligeirada com 34 cm de espessura
7. Reboco com 2cm de espessura

Figura 35 – Pavimento entre sala de eventos e zona técnica



1. Cerâmica com 2cm de espessura
2. Argamassa de assentamento com 5cm de espessura
3. Poliestireno extrudido com 4cm
4. Tela acústica
5. Betonilha com 20cm de espessura
6. Laje fungiforme de 50 cm de espessura
7. Caixa-de-ar com 30 cm de espessura
8. Lã de rocha com 4cm de espessura
9. Teto falso acústico com 1,3 cm de espessura

Figura 36 - Pavimento entre restaurante e sala de eventos



1. Cerâmica com 2cm de espessura
2. Argamassa de assentamento com 5cm de espessura
3. Poliestireno extrudido com 4cm de espessura
4. Tela acústica
5. Betonilha com 3cm de espessura
6. Laje aligeirada de 34cm de espessura

Figura 37 - Pavimento da zona técnica

3.3 Cálculo de condicionamento acústico

3.3.1 Cálculo de índices de redução sonora

A redução sonora, R , caracteriza o isolamento sonoro de ruídos de condução aérea, através do coeficiente de transmissão, τ , sendo a razão entre a intensidade do som transmitida através da parede de separação e a intensidade do som incidente na parede, como expressa as equações seguintes:

$$\tau = \frac{w_2}{w_1} \quad (6)$$

$$R = -10 \times \log \left(\frac{1}{\tau} \right) \quad (7)$$

Este valor pode ser obtido em laboratório ou por métodos de previsão.

O valor de redução sonora num ensaio deve-se medir entre os valores de frequência de 100-3150 Hz, o que resulta em dezasseis valores de redução sonora, do qual origina um R ponderado, representando esses dezasseis valores num único valor o R_w , de acordo com as partes 1 e 2 da norma EN ISO 717.

Os principais fatores influentes da redução sonora para paredes simples são a frequência, massa superficial, rigidez, amortecimento interno, ângulo de incidência, dimensão do elemento e condições de apoio, apresentando um comportamento variável em frequências, conforme ilustra a Figura 38, que apresenta o método elasto-dinâmico.

Neste método de previsão divide-se por duas regiões a de ressonância, onde as vibrações passam por valores mínimos e máximos, regra geral estas frequências situam-se abaixo da gama de frequências com interesse acústico, e pela região de coincidência, onde as ondas incidentes coincidem com a vibração imposta à divisória.

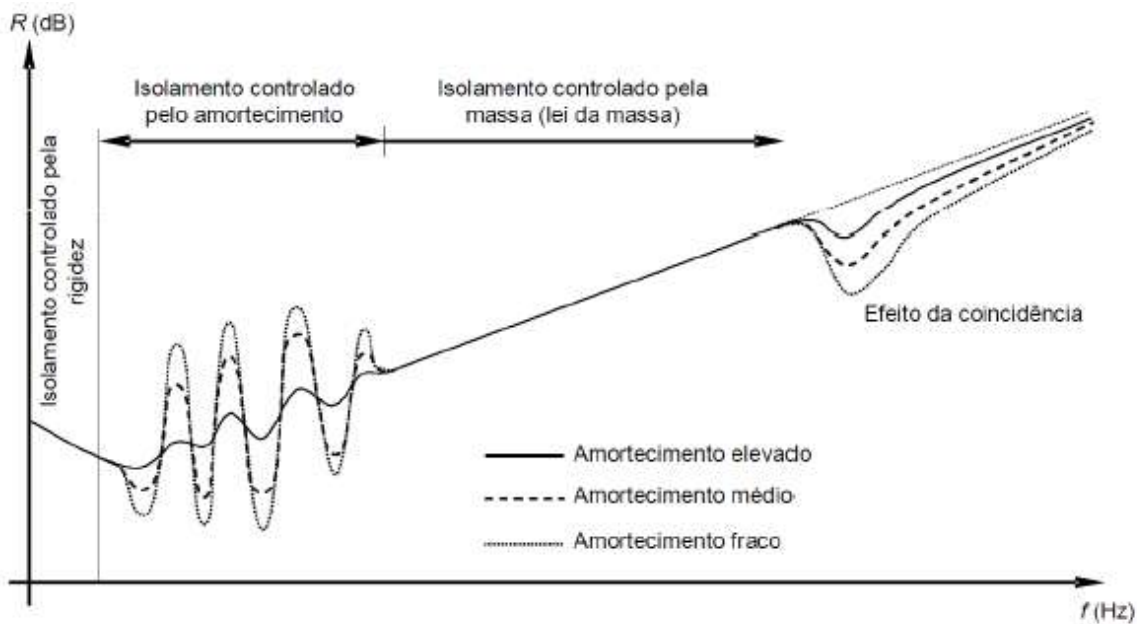


Figura 38 - Espectro idealizado do índice de redução sonora de elementos de construção homogêneos

Fonte: Galante, R. J., 2010.

A frequência crítica é o menor da gama de frequências de coincidências, na qual ocorre quando as ondas incidentes coincidem com a vibração imposta à divisória, sendo a maioria da energia transferida. Este parâmetro depende da elasticidade, massa, espessura da parede e da velocidade do som no ar.

$$f_c = \frac{c^2}{1,8 \times c_L \times e} \quad (8)$$

Em que:

C – Velocidade de propagação de som no ar (340 m/s);

C_L - Velocidade de propagação das ondas longitudinais (m/s), como por exemplo em alguns materiais: alvenaria de granito – 5200 m/s; vidro – 5200 m/s; betão – 3500 m/s.

e - espessura (m).

No caso de elementos de separação simples, a curva de isolamento sonoro, considerando um campo difuso, é dado aproximadamente por:

$$R = 20 \log(fm) - 47 \text{ dB} \quad (9)$$

Esta expressão só é válida se for desprezada a rigidez do elemento e se forem desprezados os fenómenos de amortecimento, o que na realidade não acontece, dado que o elemento de construção vibra em função da rigidez.

O índice de redução sonora aumenta de forma linear com acréscimo de 6 dB por cada duplicação da massa por unidade de superfície do elemento por cada duplicação da frequência do som, esta variação segue a lei da massa teórica ou Lei da frequência teórica.

Para elementos mássicos, como o betão e a alvenaria de tijolo, e visando um prognóstico aproximado do isolamento sonoro em função da massa por unidade de superfície, pode utilizar-se o ábaco da Figura 39.

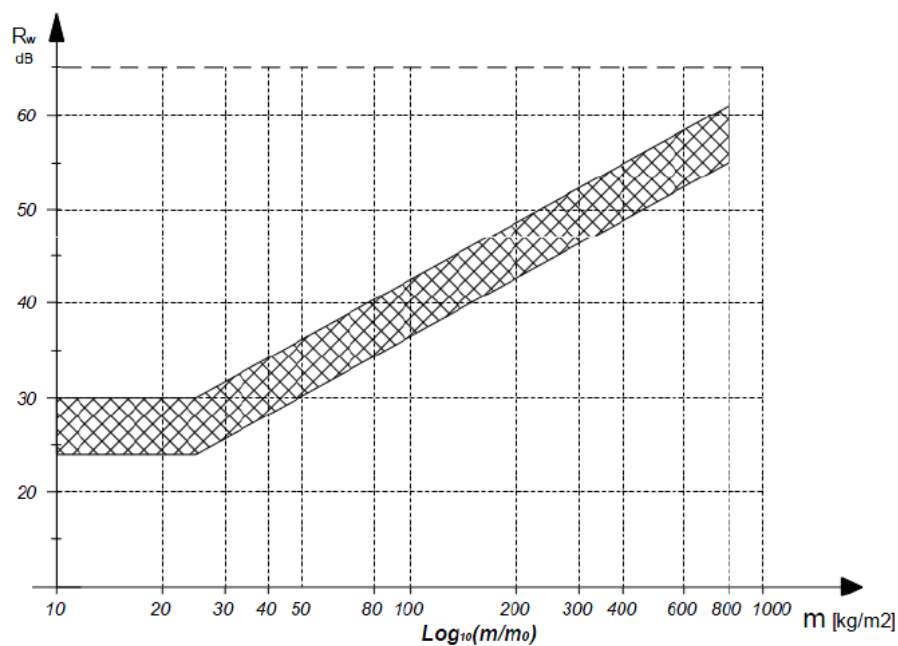


Figura 39 – Redução da transmissão sonora de elementos de compartimentação homogêneos, simples, em função da sua massa superficial

Fonte: Oliveira de Carvalho, A.P., 2011

Foram desenvolvidos vários métodos para a previsão desses valores com base em modelos experimentais para as várias soluções ou elementos construtivos que podem constituir uma parede, serão abordados posteriormente os métodos de Sharp e Meisser.

O método de Sharp determina o índice de redução sonora por bandas de frequência para paredes simples, em que os resultados obtidos são mais aproximados aos reais, em que para além da massa e da frequência, considera a frequência critica e o fator de perdas do elemento.

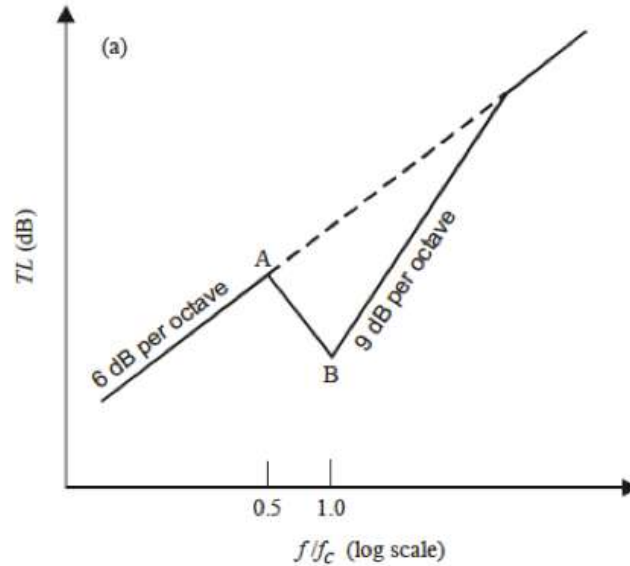


Figura 40 - Método de Sharp

Fonte: Oliveira de Carvalho, A.P., 2011

A reta identificada com 6 dB por oitava corresponde ao modelo inercial e pode ser obtida através da expressão supracitada.

O ponto B é função da frequência critica, da massa e do fator de perdas do elemento, através da seguinte expressão:

$$f_B = f_c \quad (10)$$

$$f_A = \frac{f_c}{2} \quad (11)$$

$$R_A = 20 \times \log(f_c \cdot m) - 54 \quad (12)$$

$$R_B = 20 \times \log(f_c \cdot m) + 10 \times \log(\eta) - 45 \quad (13)$$

O fator de perdas internas (η) considerado para materiais abaixo indicados é de:

- Tijolo cerâmico – 0,01

- Betão – 0,02
- Elementos especiais – 0,005.

A determinação do isolamento sonoro em elementos duplos, à qual se recorre nas respetivas folhas de cálculo apresentadas em anexo, é realizada a partir da metodologia de cálculo publicada em “Acústica de los edificios” de Mathias Meisser, 1973.

O método de Meisser é utilizado para cálculo do índice de redução sonora para paredes duplas, para além dos principais fatores que influenciam nas paredes simples é acrescido da dimensão de caixa-de-ar, ligações entre panos e material absorvente.

Para frequências inferiores à frequência de ressonância, o sistema duplo comporta-se sensivelmente como uma parede simples com massa por unidade de superfície igual à soma das massas superficiais dos dois panos.

O método de Meisser é calculado através da seguinte expressão:

$$R_{500Hz}^* = 13,3 \log m + 13,4 + K \quad (14)$$

Em que:

m - Massa dos elementos construtivos dispostos antes e após do material absorvente
[Kg/m²]

K – Contributo da caixa-de-ar e do material absorvente da caixa-de-ar.

O valor de K não deve exceder os 9 dB, sendo os valores estabelecidos na tabela seguinte.

Tabela 29 – Contributo da caixa-de-ar e do material absorvente da caixa-de-ar

| Características da caixa-de-ar | |
|------------------------------------|----------|
| Até 1 cm | 2 dB |
| De 2 a 4 cm | 3 a 4 dB |
| Maior que 4 cm | 5 dB |
| Material absorvente na caixa-de-ar | |
| Até 1 cm | 1 dB |
| De 2 a 4 cm | 2 dB |
| Maior que 4 cm | 3 a 4 dB |

Fonte: Oliveira de Carvalho, A.P., 2011

Na Figura 41 representa a quebras nas frequências de ressonância da caixa-de-ar, da qual a frequência de ressonância apresenta uma quebra de aproximadamente 4dB e a frequência crítica de 5dB (no caso de panos iguais 9dB).

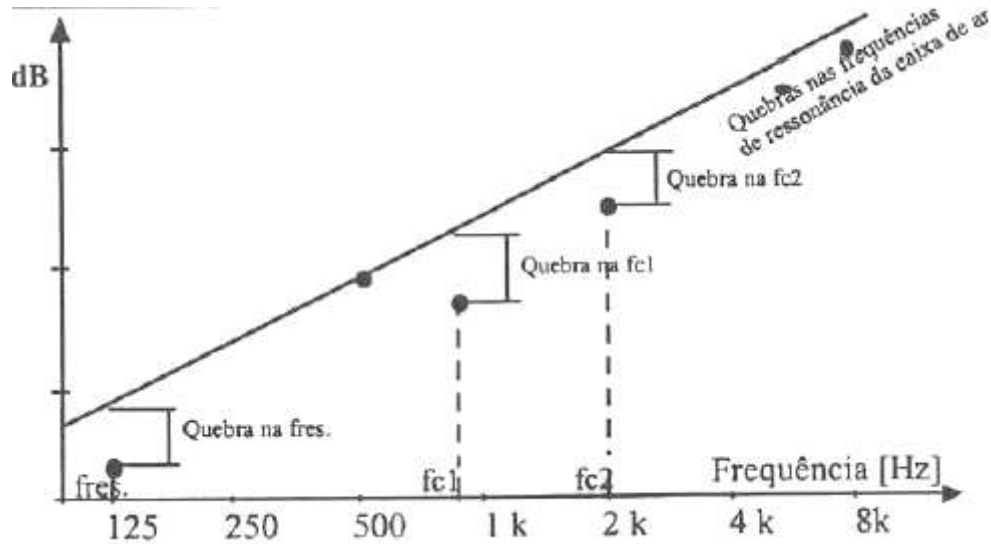


Figura 41 – Método de Meissner

Fonte: Sebenta de Comportamento Acústico de Edifícios, DEC-FCTUC

A frequência de ressonância crítica é obtida através da seguinte expressão:

$$f_0 = 84 \times \left[\frac{(m1 + m2)}{(m1 \times m2)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

Sendo:

$m1$ - Massa dos elementos construtivos dispostos antes do material absorvente [kg/m^2];

$m2$ - Massa dos elementos construtivos dispostos após do material absorvente [kg/m^2];

d - Dimensão da caixa-de-ar, incluindo o espaço preenchido por eventual material absorvente [m].

3.3.2 Isolamento sonoro a sons aéreos exteriores e a sons de percussão

O isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, $D_{2m,nT}$ é a diferença entre o nível médio de pressão sonora exterior, medido a 2m da fachada do edifício ($L1,2m$), e o

nível médio de pressão sonora medido no local recetor (L2), corrigido da influência das condições de reverberação do compartimento recetor segundo a expressão:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10\log_{10}\left(\frac{T}{T_0}\right) \quad (16)$$

Em que:

T - tempo de reverberação do compartimento recetor, em segundos;

T₀ - tempo de reverberação de referência, em segundos; para compartimentos de habitação ou com dimensões comparáveis, T₀=0.5 s; para compartimentos em que haja tempo de reverberação atribuído em projeto, o valor de referência a considerar será o do respetivo tempo de dimensionamento.

As condicionantes para este índice estão relacionadas com as caixas de estores, grelhas de ventilação, paredes, vãos envidraçados e estrutura como por pavimentos e paredes adjacentes.

O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea em fachadas $D_{2m,nT,w}$ é determinado pelo método simplificado segundo a norma EN 12354-3, através da fórmula:

$$D_{2m,nT,w} = R_w - \Delta_{TM} + \Delta L_{fs} + 10\log_{10}\left(\frac{V}{6T_0S}\right) \quad (17)$$

Em que:

R_w - Índice de redução sonora global da fachada;

Δ_{TM} - Variações de transmissão marginais;

ΔL_{fs} - Diferença do nível sonoro devido à geometria da fachada;

V - Volume do compartimento, m³;

T₀ - Tempo de reverberação de referência

S - Área da fachada pelo interior.

Os valores do fator ΔL_{fs} estão tabelados na Norma Europeia EN 12354-3, para as situações mais desfavoráveis o fator ΔL_{fs} assume o valor mínimo de -1.

Para as transmissões marginais pode-se considerar constantemente o valor de 2, no caso de fachadas.

O isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, $D_{2m,nT}$ deve ser calculado para compartimentos com relação V/S mais desfavorável, com maior área translúcida, com mais entradas de ar/caixas de estores e com menor valor de ΔL_{fs} .

O isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, D_{nT} é a diferença entre o nível médio de pressão sonora medido no compartimento emissor (L1) produzido por uma ou mais fontes sonoras, e o nível médio de pressão sonora medido no compartimento recetor (L2), corrigido pela influência das condições de reverberação do compartimento recetor, segunda a expressão:

$$D_{nT} = L_1 + L_2 + 10\log_{10}\left(\frac{T}{T_0}\right) \quad (18)$$

O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea $D_{nT,w}$, é determinado pelo método simplificado segundo a norma EN 12354-1, através da fórmula:

$$D_{nT,w} = R_w + \Delta_{TM} + 10\log_{10}\left(\frac{0.16 \times V}{T_0 S}\right) \quad (19)$$

Em que:

R_w – Índice de redução sonora global [dB]

Δ_{TM} – Transmissões marginais [dB]

V – volume do compartimento recetor [m³]

T_0 – tempo de reverberação de referência [s].

Para o cálculo do R_w , há a necessidade de homogeneizar os elementos de construção para obter um isolamento global da fachada que depende da inter-relação entre os isolamentos dos diferentes grupos de elementos que constituem essa superfície de compartimentação, conforme a figura seguinte, em que o R_1 , R_2 e R_3 representa o índice de redução sonora

da parede, porta e janela, respetivamente enquanto A1, A2 e A3 representa as áreas da parede, porta e janela respetivamente.

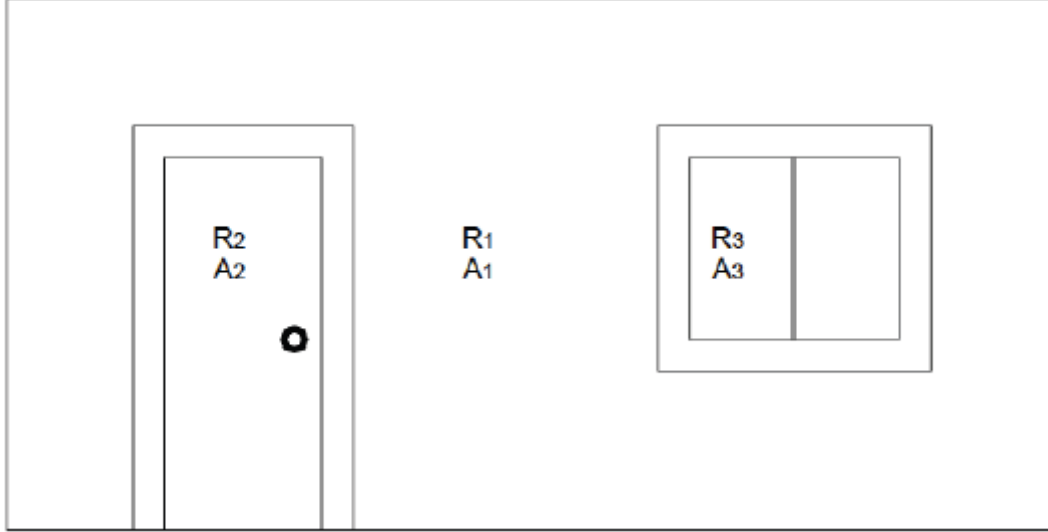


Figura 42 – Esquema ilustrativo dos grupos de elementos constituintes das fachadas

No caso de uma separação composta por n elementos, cada um deles apresenta índice de isolamento R_{wi} e uma área S_i , o índice de isolamento global da separação R_w , pode ser obtido através da seguinte expressão:

$$R_w = 10 \log \left(\frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i 10^{(-R_{wi}/10)}} \right) \quad (20)$$

As transmissões marginais são determinadas pela EN 12354-3 através da fórmula:

$$\zeta' = \zeta_d + \sum_{f=1}^n \zeta_f + \sum_{e=1}^m \zeta_e + \sum_{s=1}^k \zeta_s \quad (21)$$

Em que:

ζ' - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor;

ζ_d - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor por via direta;

ζ_f - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor pelos elementos marginais;

ζ_e - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor por pequenos elementos;

ζ_s - Fator de transmissão da energia sonora total radiada para o compartimento recetor por via indirecta;

n - Número total de elementos marginais;

m - Número de pequenos elementos;

k - Número de vias de transmissão indirecta.

Para cada elemento marginal, temos três transmissões marginais. Para o índice de redução sonora do elemento marginal é obtido através da expressão:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \quad (22)$$

Os índices $R_{ij,w}$ expressos em dB e constantes da expressão (23) são relativos aos encaminhamentos (Ff, Fd, Df) de propagação de energia sonora por via marginal, é condicionado pelo o comprimento da linha de junção de referência (l_0), pelo comprimento da linha de junção entre o elemento de separação e os elementos marginais F e f (l_f), superfície do elemento de separação (S_s), pelo acréscimo de isolamento sonoro, por introdução de um revestimento adicional ($\Delta R_{ij,w}$) e por fim, pelos valores de amortecimento de vibrações gerados no processo de transmissão de energia sonora entre compartimentos, para os vários tipos de junções que definem a malha de compartimentação do edifício.

Os edifícios correntes, tanto de habitação como de serviços, têm uma malha estrutural e de compartimentação relativamente regular, apenas são consideradas neste contexto junções do tipo X e T, conforme ilustra a Figura 40.

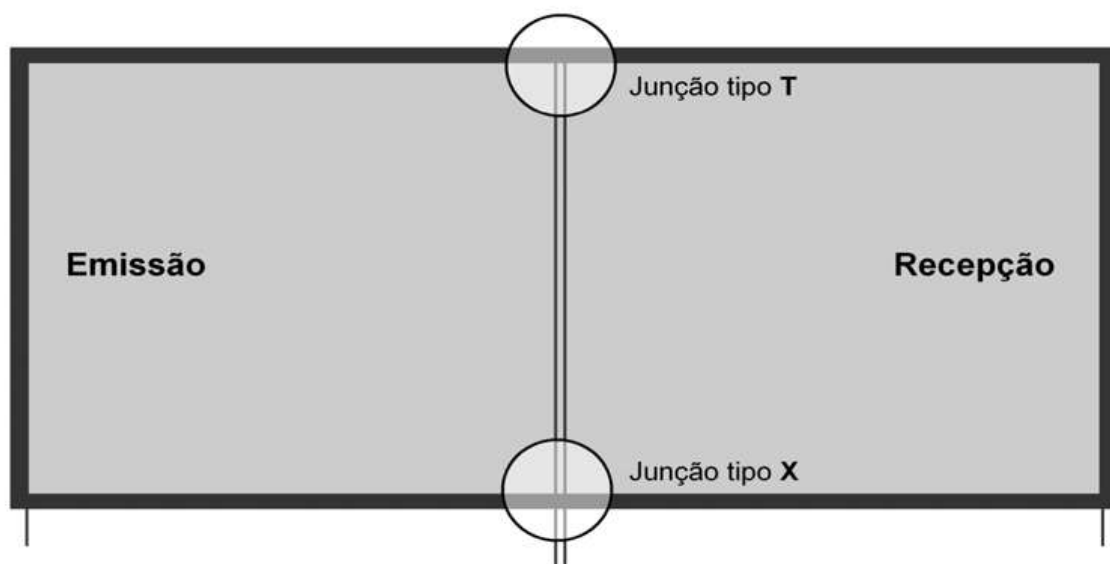


Figura 43 – Junção rígida do tipo X e T

O cálculo da junção rígida do tipo X é efetuado pelas expressões seguintes:

$$\begin{cases} M = \log \frac{m_2}{m_1} \\ K_{13} = 8,7 + 17,1M + 5,7M^2 \\ K_{12} = 8,7 + 5,7M^2 \end{cases} \quad (23)$$

O cálculo da junção rígida do tipo T é efetuado pelas expressões seguintes:

$$\begin{cases} M = \log \frac{m_2}{m_1} \\ K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7M^2 \\ K_{12} = 5,7 + 5,7M^2 \end{cases} \quad (24)$$

O nível sonoro de percussão padronizado, L'_{nT} é o nível médio (L_i) medido no compartimento recetor, proveniente de uma excitação de percussão normalizada exercida sobre um pavimento, corrigido pela influência das condições de reverberação do compartimento recetor, segundo a expressão:

$$L'_{nT} = L_i - 10\log_{10}\left(\frac{T}{T_0}\right) \quad (25)$$

O índice de isolamento sonoro a sons de percussão $L'_{nT,w}$, é determinado pelo método simplificado segundo a norma EN 12354-2, através da fórmula:

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} + \Delta_{TM} - \Delta_{LW} - 10\log_{10}\left(\frac{0.016V}{T_0}\right) \quad (26)$$

Em que:

Δ_{TM} - Influência da transmissão marginal [dB]

Δ_{LW} - Redução do nível de pressão sonora de percussão [dB]

V - volume do compartimento recetor [m^3]

T_0 - tempo de reverberação de referência [s].

O fator de redução do nível de pressão sonora de percussão, Δ_{LW} é estabelecido com base nas fichas técnicas dos materiais, através do contributo de revestimento superficial e da camada resiliente para os sons de percussão.

Na norma europeia EN 12354-2 apresenta um método simplificado, para elementos homogêneos, massa superficial entre 100 e 600 kg/m^2 , espaços com adjacência vertical e resultado final em bandas de 1/3 oitava.

$$L_{n,w} = 164 - 35\log_{10}(m) \quad (27)$$

Termos de adaptação, C ou C_{tr} : Correção definida na EN ISO 717-1, função das características espectrais do ruído na emissão, a anexar ao índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, é dado pelas expressões seguintes:

$$C = -10\log_{10} \sum_{i=1}^N 10^{(L_{i,1}-R_i)} - R_w \quad (28)$$

$$C_{tr} = -10\log_{10} \sum_{i=1}^N 10^{(L_{i,2}-R_i)} - R_w \quad (29)$$

3.3.3 Tempo de reverberação

Tempo de reverberação (T) é o intervalo de tempo necessário para que a energia volúmica de um espaço fechado se reduza a um milionésimo do seu valor inicial ou o tempo necessário para que o estímulo sonoro diminua em 60 dB. A sua importância revela-se perceptível perante casos extremos, assim, salas que possuam T muito elevado resultam em eco, enquanto, em salas com T de baixo valor o recetor apenas recebe cada estímulo sonoro uma vez. Estudos apontam para um valor médio de T em compartimentos principais de habitações aproximadamente igual a 0,5 segundos.

Estas formulas só podem ser aplicadas supondo um campo uniforme difuso, o volume do compartimento regular e inferior a 5000m³. A sua quantificação resulta da aplicação do modelo de cálculo estatístico da autoria de Sabine, em particular da aplicação da seguinte expressão (também conhecida por fórmula de Sabine):

$$T_{60} = \frac{55.3 \times V}{c(\sum \alpha_i \times S_i + \sum A_j) + 4mVc} \quad (30)$$

O α_i é o coeficiente de absorção do material, que corresponde à razão entre a energia sonora absorvida e a energia sonora total incidente no material e que varia normalmente em frequência.

3.4 Resultados

Os resultados estimados no caso A, edifício habitacional, relativamente ao isolamento sonoro a sons de condução aéreos e de percussão, estão resumidos na tabela subsequente.

Tabela 30 - Resultados obtidos no edifício habitacional

| Emissor | Recetor | Índice (dB) | Valor Dec. Lei 96/2008 | Resultado |
|--------------------|-----------|---------------------|------------------------|------------|
| Exterior | Habitação | $D_{2m, nT,w} = 36$ | $\geq 25\text{dB}$ | Cumpre |
| Edifício adjacente | Habitação | $D_{nT,w} = 60$ | $\geq 50-3^*= 47$ | Cumpre |
| Edifício adjacente | Habitação | $L_{nT,w} = 109$ | $\leq 60+3^*=53$ | Não cumpre |

* De acordo com o ponto 8 do art. 5º do Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho «Aos edifícios situados em zonas históricas que sejam objeto de ações de reabilitação, mantendo uma das vocações de uso previstas no presente artigo e a mesma identidade patrimonial, podem aplicar -se os requisitos constantes das alíneas b) a g) do n.º 1, com uma tolerância de 3 dB».

Os resultados estimados no caso B, edifício misto, relativamente ao isolamento sonoro a sons de condução aéreos e de percussão e ao tempo de reverberação estão resumidos na tabela subsequente.

Tabela 31 - Resultados obtidos no edifício misto

| Emissor | Recetor | Índice (dB) | Valor Dec. Lei 96/2008 | Resultado |
|------------------|------------------|---------------------|------------------------|------------|
| Exterior | Comércio | $D_{2m, nT,w} = 38$ | $\geq 25\text{dB}$ | Cumpre |
| Exterior | Habitação | $D_{2m, nT,w} = 39$ | $\geq 33\text{dB}$ | Cumpre |
| Comércio | Habitação Piso 1 | $D_{nT,w} = 44$ | $\geq 58-3^*= 55$ | Não cumpre |
| Caixa de escadas | Habitação Piso 1 | $D_{nT,w} = 55$ | $\geq 48-3^*=45$ | Cumpre |
| Habitação Piso 2 | Habitação Piso 1 | $D_{nT,w} = 48$ | $\geq 50-3^*=47$ | Cumpre |
| Comércio | Habitação Piso 1 | $L_{nT,w} = 63$ | $\leq 50+3^*=53$ | Não cumpre |
| Caixa de escadas | Habitação Piso 1 | $L_{nT,w} = 114$ | $\leq 60+3^*=63$ | Não cumpre |
| Habitação Piso 2 | Habitação Piso 1 | $L_{nT,w} = 78$ | $\leq 60+3^*=63$ | Não cumpre |

* De acordo com o ponto 8 do art. 5º do Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho «Aos edifícios situados em zonas históricas que sejam objeto de ações de reabilitação, mantendo uma das vocações de uso previstas no presente artigo e a mesma identidade patrimonial, podem aplicar -se os requisitos constantes das alíneas b) a g) do n.º 1, com uma tolerância de 3 dB».

Os tempos de reverberação do espaço comercial obtidos no cálculo corresponde a 0,69s, sendo que o limite regulamentar é 0,69s, ou seja, cumpre a legislação atual.

Os resultados estimados no caso C, edifício de serviços, relativamente ao isolamento sonoro a sons de condução aéreos e de percussão e ao tempo de reverberação estão resumidos na tabela subsequente.

Tabela 32 - Resultados obtidos no edifício de serviços

| Emissor | Recetor | Índice (dB) | Valor Dec. Lei 96/2008 | Resultado |
|-----------------|-----------------|---------------------|------------------------|-----------|
| Exterior | Sala de eventos | $D_{2m, nT,w} = 38$ | $\geq 25\text{dB}$ | Cumpre |
| Exterior | Restaurante | $D_{2m, nT,w} = 37$ | $\geq 25\text{dB}$ | Cumpre |
| Zona técnica | Sala de eventos | $L_{nT,w} = 36$ | ≤ 60 | Cumpre |
| Sala de eventos | Restaurante | $L_{nT,w} = 32$ | ≤ 60 | Cumpre |

Tabela 33 – Resultados obtidos no tempo de reverberação

| Descrição do local | T_{60} (s) | Valor Dec. Lei 96/2008 | Resultado |
|--------------------|--------------|------------------------|-----------|
| Restaurante | 1.30 | ≤ 1.49 | Cumpre |
| Sala de Eventos | 0.80 | ≤ 1.84 | Cumpre |

3.5 Método LNEC para avaliação e classificação da qualidade acústica de edifícios habitacionais

Este método considera os diferentes condicionantes para a perceção de conforto acústico por parte do consumidor.

O método apresenta três tipos de dados de entrada, relacionados com o ambiente acústico envolvente; a conceção do edifício e os desempenhos dos elementos construtivos e de instalação de equipamentos.

A combinação das pontuações obtidas nestas três aspetos conduz a um único valor de nível de avaliação ponderada do edifício.

O nível de avaliação acústica (NAA), final, de cada nível físico (vizinhança, edifício, habitação) corresponderá ao seguinte:

- $NAA \geq 2,5$: Tipo A – Permite assegurar padrões de conforto acústico de alto nível exigencial (qualidade muito boa);
- $1,5 \leq NAA < 2,5$: Tipo B – Cumpre patamar exigencial de conforto acústico, superior ao preconizado pela regulamentação aplicável (qualidade recomendável);
- $1,0 \leq NAA < 1,5$: Tipo C – Cumpre, genericamente, com o disposto na regulamentação aplicável e/ou assegura condições mínimas de conforto acústico;
- $NAA < 1$: Tipo D – Não conforme à legislação e/ou não assegurando desempenho acústico adequado.

Para efeitos de classificação da qualidade acústica global de fração habitacional em avaliação, e visando a atribuição da Classificação Acústica LNEC, o nível respetivo será calculado por:

$$\text{Nível de avaliação acústica (NAA)} = \frac{\sum_i W_i P_{t_i}}{\sum_i W_i} \quad (31)$$

Em que:

W_i – fatores de ponderação das realidades físicas em avaliação consideradas, respetivamente: Vizinhança (0,25); Edifício (0,1) e Habitação (0,65);

P_{t_i} – Número de pontos atribuídos a cada realidade física em avaliação.

No caso de moradias unifamiliares isolados, ou em banda, ou sempre que não haja acessos comuns integrados na edificação, ou aspetos de disposição de arquitetura interior a considerar, as ponderações expostas passam respetivamente a :Vizinhança (0,3) e Habitação (0,7).

Este método de cálculo será implementado no caso B em estudo.

No Anexo II.4 estão transcritos os elementos de avaliação para a classificação das realidades físicas em avaliação, descritos no livro “Método LNEC para avaliação e classificação da qualidade acústica de edifícios habitacionais”, ISBN: 9789724922539.

1. Nível físico: Vizinhança

A avaliação global do nível físico Vizinhança é determinada com base na seguinte expressão:

$$\text{Vizinhança} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P t_i \quad (32)$$

Em que:

N – número de elementos considerados para avaliação (N=2).

Os resultados obtidos relativos ao nível físico da vizinhança estão apresentados na tabela 34.

Tabela 34 - Resultados a nível físico: Vizinhança

| | Requisito | Resposta | Pontuação | Classificação |
|---------------------------------|-----------|----------|-----------|---------------|
| Nível físico: Vizinhança | 1 a) | V | 2 Pts | 3 (Tipo A) |
| | 1 b) | F | 0 Pts | |
| | 1 c) | V | 3 Pts | |
| | 2 | - | 1 Pts | |

Dado que a indicação de localização se refere apenas a zona definida como mista, sem quantificação de valores de ruído ambiente, assume-se o cumprimento dos valores regulamentares, logo será avaliado em 1 ponto, no requisito 2.

O edifício apresenta uma qualidade muito boa (Tipo A) relativas as condições de integração ambiental.

2. Nível físico: Edifício

A avaliação global do nível físico Edifício é determinada com base na seguinte expressão:

$$\text{Edifício} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P t_i \quad (33)$$

Em que:

N – número de elementos considerados para avaliação ($N_{\text{máximo}}=9$)

Os resultados obtidos relativos ao nível físico da vizinhança estão apresentados na tabela 35.

Tabela 35 – Resultados a nível físico: Edifício

| | Requisito | Resposta | Pontuação | Classificação |
|------------------------|-----------|----------|-----------|-----------------|
| Nível físico: Edifício | 1 a) | F | 1 | 1,0 (Tipo C) |
| | 1 b) | F | 0 | |
| | 1 c) | F | 0 | |
| | 1 d) | F | 1 | |
| | 1 e) | F | 0 | |
| | 2 a) | F | 0 | |
| | 2 b) | F | 0 | |
| | 2 c) | F | 1 | |
| | 2 d) | F | 0 | |

O edifício apresenta as condições mínimas relativamente aos espaços, acessos comuns e disposição interior dos diversos espaços funcionais.

3. Nível físico: Habitação

Neste nível físico são considerados coeficientes de ponderação, representado no quadro abaixo, dado que alguns aspetos podem influenciar mais que outros.

Tabela 36 - Coeficientes de ponderação

| Elemento de avaliação | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ponderação α_i | 4 | 6 | 2 | 8 | 8 | 6 | 5 | 1 |

A avaliação global do nível físico Habitação é determinada com base na seguinte expressão:

$$Habitação = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i Pt_i}{\sum_{i=1}^N \alpha_i} \quad (34)$$

A pontuação deste elemento de avaliação corresponde à média ponderada dos subelementos que os constituem, em que:

N – número de elementos considerados para a avaliação;

Pt_i – Pontuação média atribuída a cada elemento;

α_i - Ponderação correspondente (Tabela 36 - Coeficientes de ponderação)

Os resultados obtidos relativos ao nível físico da vizinhança estão apresentados na tabela 37.

Tabela 37 - Resultados a nível físico: Habitação

| | Requisito | Resposta | Pontuação | Classificação |
|-------------------------|-----------|----------|-----------|-------------------|
| Nível físico: Habitação | 1 | 39 | 2,5 | 0,645 (Tipo D) |
| | 2 | 48 | 0 | |
| | 3 | 55 | 2,75 | |

| | Requisito | Resposta | Pontuação | Classificação |
|--------------------------------|-----------|----------|-----------|-------------------|
| Nível físico: Habitação | 4 | 44 | 0 | 0,645 (Tipo D) |
| | 5 | 114 | 0 | |
| | 6 | 63 | 0 | |
| | 7 | - | 0 | |
| | 8 | 78 | 0 | |

A fração em estudo apresenta uma má qualidade acústica não assegurando o desempenho acústico adequado, não apresentando uma boa eficácia relativa às soluções construtivas adotadas.

O edifício misto (Caso B) em estudo cumpre, genericamente, com o disposto na regulamentação aplicável e/ou assegura condições mínimas de conforto acústico, dado que apresenta um nível de avaliação acústica (NAA) do tipo C.

4 Conclusões

O estágio foi uma experiência enriquecedora, permitiu verificar as diferenças entre a teoria e a prática no mercado atual, como contacto mais direto com os clientes. Para a certificação energética implicou o estudo da nova regulamentação com modificação de alguns parâmetros, a adaptação às folhas de cálculo utilizadas tanto na certificação energética como no condicionamento acústico.

Na certificação energética para se obter um nível elevado de conforto implica um aumento de consumo de energia, dado o parâmetro que apresenta maior influência sobre a classificação energética são os sistemas técnicos, a simples instalação de um ar-condicionado implica o aumento de classe de C para B+. Tornando a certificação energética incoerente.

Uma das maiores perdas relativamente aos edifícios unifamiliares diz respeito aos compartimentos em contacto com espaços não aquecidos, como por exemplo o desvão não útil, onde se verifica uma perda de calor, tendo isolamento da cobertura aumento gradualmente a classe energética. O clima em que se encontra a fração também provoca influências na classe energética, para um inverno e verão mais severo implica uma quebra da classe energética.

No condicionamento acústico verifica-se dificuldades na sua execução, dado que é uma área complexa, relativamente às transmissões marginais que se tornam inviáveis a sua utilização na prática. Uma das dificuldades do isolamento acústico nas fachadas dizem respeito aos vãos envidraçados, que corresponde ao isolamento da caixilharia.

O método LNEC, referido no subcapítulo 3.5 Método LNEC para avaliação e classificação da qualidade acústica de edifícios habitacionais, apresenta uma guia informativa para avaliação de qualidade de modo a demonstrar as potenciais melhorias a adotar conforme o nível físico.

Para um melhor condicionamento acústico podem ser aplicadas mantas resilientes como teto acústico.

Para estas áreas de estudo foram utilizados os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares do curso, nas quais alcancei conhecimentos da antiga regulamentação térmica (RCCTE), o que foi um ponto de partida para o estudo da nova regulamentação, e acústica.

5 Referências bibliográficas

- Da Silva, A.C.A. G. 2008. Projeto de Comportamento Térmico - Estudo de Sensibilidade Sobre Certificação Energética em Edifícios Existentes. Faculdade de Engenharia do Porto.136pp (Dissertação de mestrado).
- Costa Reis, R.M. 2013. Análise do Desempenho Térmico de Construções: Projeto e Soluções Alternativas. Instituto Superior de Engenharia do Porto.419pp (Relatório de estágio de mestrado).
- Galante, R. J. 2010. Análise Comparativa dos métodos normalizados de previsão da transmissão sonora por via estrutural. Instituto Superior Técnico.132pp (Dissertação de mestrado)
- Marques Pedrosa, A.I. 2009.Certificação Energética em Edifícios de Habitação Existentes: Caso de estudo no Concelho de Leiria. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.129pp (Dissertação de mestrado).
- Parente Rodrigues, M. 2014. Evolução da Regulamentação Térmica de Edifícios – Estudo Comparativo. Faculdade de Engenharia do Porto.230pp (Dissertação de mestrado).
- Patricio, J. V. 2013. Método LNEC para avaliação e classificação da qualidade acústica de edifícios habitacionais. Edições LNEC. ISBN: 9789724922539
- Oliveira de Carvalho, A.P. 2011 Acústica Ambiental de Edifícios, FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Silva, P.M., 2006. Projeto de condicionamento acústico de edifícios. Edições LNEC.

Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto. Diário da República n.º159 – 1.ª série, pp 4988 a 5005. Ministério da economia e do emprego. Lisboa.

Despacho n.º15793-K/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º 234 – 3 de Dezembro de 2013. Lisboa.

Despacho n.º15793-I/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º 234 – 3 de Dezembro de 2013. Lisboa.

Despacho n.º15793-H/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º234 – 3 de Dezembro de 2013. Lisboa.

Despacho n.º15793-D/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º234 – 3 de Dezembro de 2013. Lisboa.

Despacho n.º15793-F/2013. Diário da República, 2.ª série – N.º234 – 3 de Dezembro de 2013. Lisboa.

Portaria n.º 349-B/2013. Diário da República, 1.ª série – N.º 232 – 29 de Novembro de 2013. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa. 2013. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.

Portaria n.º 349-C/2013. Diário da República, 1.ª série – N.º 232 – 29 de Novembro de 2013. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa. 2013. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.

EN ISO 717-1:2013. Determinação do isolamento sonoro em edifícios e de elementos de construção. Parte 1: Isolamento sonoro a sons de condução aérea.

EN ISO 717-2:2013. Determinação do isolamento sonoro em edifícios e de elementos de construção. Parte 2: Isolamento sonoro a sons de percussão.

EN ISO 12354-2. Acústica de Edifícios - Estimativa de desempenho acústico dos edifícios do desempenho dos elementos. Parte 2: Isolamento Sonoro a ruído de percussão.

EN ISO 12354-3. Acústica de Edifícios - Estimativa de desempenho acústico dos edifícios do desempenho dos elementos. Parte 3: Isolamento Sonoro a ruído aéreo em fachadas.

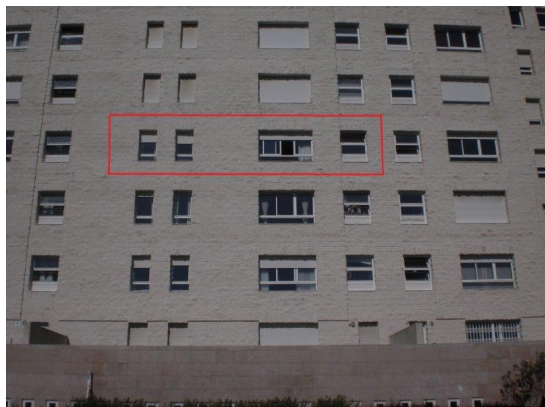
António Tadeu e Diogo Mateus –“ Sebenta de Comportamento Acústico de Edifícios”, Laboratório de Construções, DEC-FCTUC, 2001.

Conhecimentos adquiridos na empresa acolhedora.

Anexos

Anexo I – Certificação energética

Anexo I.1 – Caso A



IDENTIFICAÇÃO POSTAL

Morada ALAMEDA DR. FERNANDO AZEREDO ANTAS, 87, 3º C

Localidade PORTO

Freguesia FOZ DO DOURO

Concelho PORTO

GPS 41.158090, -8.671912

IDENTIFICAÇÃO PREDIAL/FISCAL

2ª Conservatória do Registo Predial de PORTO

Nº de Inscrição na Conservatória 550

Artigo Matricial nº 3201

Fração Autónoma U

INFORMAÇÃO ADICIONAL

Área útil de Pavimento 74,87 m²

Este certificado apresenta a classificação energética deste edifício ou fração. Esta classificação é calculada comparando o desempenho energético deste edifício nas condições atuais, com o desempenho que este obteria nas condições mínimas (com base em valores de referência) a que estão obrigados os edifícios novos. Obtenha mais informação sobre a certificação energética no site da ADENE em www.adene.pt

INDICADORES DE DESEMPENHO

Determinam a classe energética do edifício e a eficiência na utilização de energia, incluindo o contributo de fontes renováveis. São apresentados comparativamente a um valor de referência e calculados em condições padrão.



Aquecimento Ambiente

Referência: 31 kWh/m².ano

Edifício: 56 kWh/m².ano

Renovável: 0,0 %

79%

**MENOS
eficiente**
que a referência



Arrefecimento Ambiente

Referência: 3,3 kWh/m².ano

Edifício: 0,0 kWh/m².ano

Renovável: 0,0 %

100%

**MAIS
eficiente**
que a referência



Água Quente Sanitária

Referência: 28 kWh/m².ano

Edifício: 37 kWh/m².ano

Renovável: 0,0 %

34%

**MENOS
eficiente**
que a referência

CLASSE ENERGÉTICA

Mais eficiente

A+
0% a 25%

A
26% a 50%

B
51% a 75%

B-
76% a 100%

C
101% a 150%

D
151% a 200%

E
201% a 250%

F
Mais de 251%

Mínimo:
Edifícios Novos

Mínimo:
Grandes Intervenções

D

163%

Menos eficiente

ENERGIA RENOVÁVEL

Contributo de energia renovável no consumo de energia deste edifício.



0%

EMISSIONES DE CO₂

Emissões de CO₂ estimadas devido ao consumo de energia.



2,2

toneladas/ano



DESCRIÇÃO SUCINTA DO EDIFÍCIO OU FRAÇÃO

Fracção de habitação de um edifício composto por cave de garagem e oito pisos de habitação, localizado na Alameda Dr. Fernando Azeredo Antas, nr.87, 3º C, concelho do Porto, numa zona abastecida por gás natural. Está inserido no interior de uma zona urbana, implantado a uma altitude de 48m, com uma distância à costa inferior a 5km, em zona climática de inverno I1 e de verão V2. A fracção é de tipologia T2, tem a fachada principal orientada a Sudoeste, é constituído por sala, cozinha, dois quartos, duas instalações sanitárias e circulação interior. A fracção confronta abaixo com habitação, acima com habitação e lateralmente por zona de circulação comum, marquise, habitação e exterior. A fracção apresenta uma inércia térmica forte e ventilação mecânica. Não existe sistema de arrefecimento e de aquecimento instalados. A preparação de águas quentes sanitárias é efectuada por uma caldeira a gás.

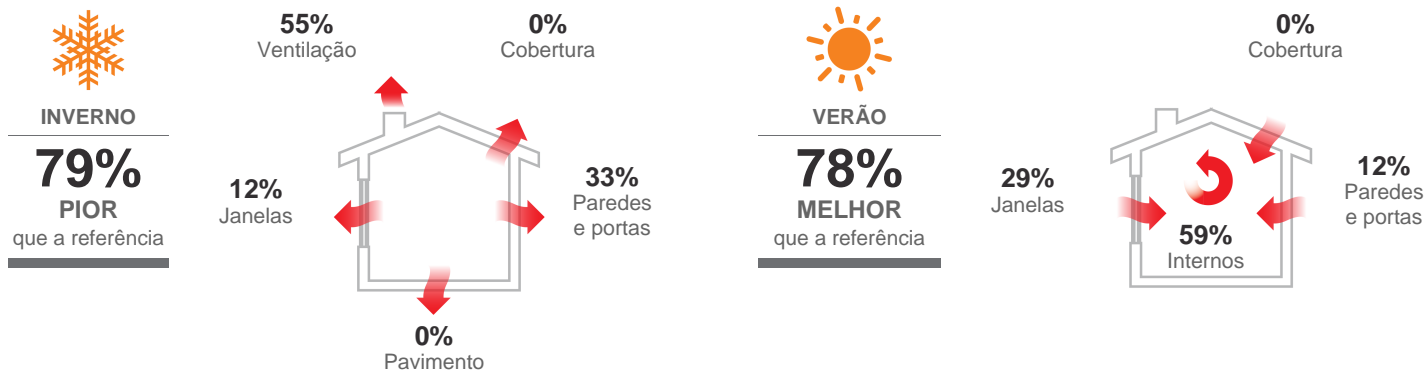
COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DA HABITAÇÃO

Descreve e classifica o comportamento térmico dos elementos construtivos mais representativos desta habitação. Uma classificação de 5 estrelas, expressa a referência adequada para esses elementos, tendo em conta, entre outros factores, as condições climáticas onde o edifício se localiza.

| Tipo | Descrição das Principais Soluções | Classificação |
|---|---|----------------------------|
| PAREDES | Parede simples ou duplas rebocadas (posterior a 1960) | ★★★★☆ |
| | Parede simples ou duplas rebocadas (posterior a 1960) | ★★★★☆ |
| COBERTURAS | | |
| PAVIMENTOS | | |
| JANELAS | Janela Simples com Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro duplo | ★★★★☆ |
| | Janela Simples com Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro duplo | ★★★★★ |
| Soluções sem isolamento, referem-se a soluções onde não existe isolamento térmico ou que não foi possível comprovar a sua existência. | | Pior ☆☆☆☆☆ Melhor ★★★★★ |

PERDAS E GANHOS DE CALOR DA HABITAÇÃO

Os elementos construtivos contribuem para o consumo de energia associado à climatização e para o conforto na habitação. A informação apresentada, indica o contributo desses elementos, bem como, os locais onde ocorrem perdas e ganhos de calor.





PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA

As medidas propostas foram identificadas pelo Perito Qualificado e têm como objectivo a melhoria do desempenho energético do edifício. A implementação destas medidas, para além de reduzir a fatura energética anual, poderá contribuir para uma melhoria na classificação energética.

| Nº da Medida | Aplicação | Descrição da Medida de Melhoria Proposta | Custo Estimado do Investimento | Redução Anual Estimada da Fatura Energética | Classe Energética (após medida) |
|--------------|-----------|--|--------------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | | Substituição do equipamento atual e/ou instalação de caldeira de condensação para preparação de águas quentes sanitárias | 4.550€ | até 454€ | C |

CONJUNTO DE MEDIDAS DE MELHORIA

- 1 Representa o impacto a nível financeiro e do desempenho energético na habitação, que este conjunto de medidas de melhoria terá, se for implementado.



4.550€

CUSTO TOTAL ESTIMADO
DO INVESTIMENTO



até 454€

REDUÇÃO ANUAL
ESTIMADA DA FATURA



CLASSE ENERGÉTICA
APÓS MEDIDA

RECOMENDAÇÕES SOBRE SISTEMAS TÉCNICOS

Os sistemas técnicos dos edifícios de habitação, com especial relevância para os equipamentos responsáveis pela produção de águas quentes sanitárias, aquecimento e arrefecimento são determinantes no consumo de energia. Face a essa importância é essencial que sejam promovidas, com regularidade, ações que assegurem o correto funcionamento desses equipamentos, especialmente em sistemas com caldeiras que produzam água quente sanitária e/ou aquecimento, bem como sistemas de ar condicionado. Neste sentido, é recomendável que sejam realizadas ações de manutenção e inspeção regulares a esses sistemas, por técnicos qualificados. Estas ações contribuem para manter os sistemas regulados de acordo com as suas especificações, garantir a segurança e o funcionamento otimizado do ponto de vista energético e ambiental.

Nas situações de aquisição de novos equipamentos ou de substituição dos atuais, deverá obter, através um técnico qualificado, informação sobre o dimensionamento e características adequadas em função das necessidades. A escolha correta de um equipamento permitirá otimizar os custos energéticos e de manutenção durante a vida útil do mesmo.

Estas recomendações foram produzidas pela ADENE - Agência para a energia. Caso necessite de obter mais informações sobre como melhorar o desempenho dos seus equipamentos, contacte esta agência ou um técnico qualificado.



DEFINIÇÕES

Energia Renovável - Energia proveniente de recursos naturais renováveis como o sol, vento, água, biomassa, geotermia entre outras, cuja utilização para suprimento dos diversos usos no edifício contribui para a redução do consumo de energia fóssil deste.

Emissões CO₂ - Indicador que traduz a quantidade de gases de efeito de estufa libertados para a atmosfera em resultado do consumo de energia nos diversos usos considerados no edifício.

Valores de Referência - Valores que expressam o desempenho energético dos elementos construtivos ou sistemas técnicos e que conduzem ao cenário de referência determinado para efeito de comparação com o edifício real.

Condições Padrão - Condições consideradas na avaliação do desempenho energético do edifício, admitindo-se para este efeito, uma temperatura interior de 18°C na estação de aquecimento e 25°C na estação de arrefecimento, bem como o aquecimento de uma determinada quantidade de água quente sanitária, em função da tipologia da habitação.

INFORMAÇÃO ADICIONAL

Tipo de Certificado Existente

Nome do PQ ANTONIO CARDOSO MORAIS DOS SANTOS LESSA

Número do PQ PQ01356

Data de Emissão 06/05/2014

Código do Ponto de Entrega de Consumo

NOTAS E OBSERVAÇÕES

A classe energética foi determinada com base na comparação do desempenho energético do edifício nas condições em que este se encontra, face ao desempenho que o mesmo teria com uma envolvente e sistemas técnicos de referência. Considera-se que os edifícios devem garantir as condições de conforto dos ocupantes, pelo que, caso não existam sistemas de climatização no edifício/fração, assume-se a sua existência por forma a permitir comparações objetivas entre edifícios.

Os consumos efetivos do edifício/fração podem divergir dos consumos previstos neste certificado, pois dependem da ocupação e padrões de comportamento dos utilizadores.



Esta secção do certificado energético apresenta, em detalhe, os elementos considerados pelo Perito Qualificado no processo de certificação do edifício/fração. Esta informação encontra-se desagregada entre os principais indicadores energéticos e dados climáticos relativos ao local do edifício, bem como as soluções construtivas e sistemas técnicos identificados em projeto e/ou durante a visita ao imóvel. As soluções construtivas e sistemas técnicos encontram-se caracterizados tendo por base a melhor informação recolhida pelo Perito Qualificado e apresentam uma indicação dos valores referenciais ou limites admissíveis (quando aplicáveis).

| RESUMO DOS PRINCIPAIS INDICADORES | | | DADOS CLIMÁTICOS | |
|-----------------------------------|--|--------------------|-------------------------------------|----------------|
| Sigla | Descrição | Valor / Referência | Descrição | Valor |
| Nic | Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m².ano) | 56.1 / 31.4 | Altitude | 48 m |
| Nvc | Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m².ano) | 2 / 9.1 | Graus-dia (18° C) | 1176 |
| Qa | Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano) | 1783 / 1783 | Temperatura média exterior (I / V) | 10,0 / 20,9 °C |
| Wvm | Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano) | 252 | Zona Climática de inverno | I1 |
| Eren | Energia produzida a partir de fontes renováveis (kWh/ano) | 0 / 0* | Zona Climática de verão | V2 |
| Eren, ext | Energia exportada proveniente de fontes renováveis (kWh/ano) | 0 | Duração da estação de aquecimento | 6,1 meses |
| Ntc | Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh _{ep} /m².ano) | 185.9 / 114.2 | Duração da estação de arrefecimento | 4,0 meses |

* respeitante à contribuição mínima a que estão sujeitos os edifícios novos ou grandes intervenções, quando aplicável




PAREDES, COBERTURAS, PAVIMENTOS E PONTES TÉRMICAS PLANAS

| Descrição dos Elementos Identificados | Área Total e Orientação [m²] | Coeficiente de Transmissão Térmica* [W/m².°C] | | |
|--|------------------------------------|--|------------|--------|
| | | Solução | Referência | Máximo |
| Paredes | | | | |
| PE1: Parede exterior orientada a SW em alvenaria tijolo furado ou bloco, com uma espessura total de 0,38 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e exterior em pedra de cor clara, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s) (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico. | 20 | 0,96 | 0,50 | - |
| PI1: Parede interior, em alvenaria tijolo furado ou bloco, em contacto com zona de circulação comum, com uma espessura total de 0,28 m, com revestimento interior em reboco, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e pelo espaço não útil em madeira, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico. | 34,0 | 1,16 | 0,50 | - |
| PI2: Parede interior, em alvenaria tijolo furado ou bloco, em contacto com marquise, com uma espessura total de 0,20 m, com revestimento interior em reboco, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e pelo espaço não útil em cerâmica, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico. | 4,0 | 1,47 | 0,50 | - |

* Menores valores representam soluções mais eficientes.




VÃOS ENVIDRAÇADOS

| Descrição dos Elementos Identificados | Área Total e Orientação [m²] | Coef. de Transmissão Térmica* [W/m².°C] | | Fator Solar | |
|---|---|---|------------|-------------|--------|
| | | Solução | Referência | Vidro | Global |
| Envidraçado V1.1: Vão simples inserido na fachada SW com caixilharia metálica sem corte térmico, de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo com 10mm de caixa de ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,02 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto Fs x Fg x Fw, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Protecção solar exterior em persianas de réguas metálicas ou plásticas de cor clara. | 2,7  | 3,02 | 2,90 | 0,78 | 0,04 |
| Envidraçado V1.2, V2.1 e V3.1: Vão simples inserido na fachada SW com caixilharia metálica sem corte térmico, fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo com 10mm de caixa de ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2,72 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto Fs x Fg x Fw, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Protecção solar exterior em persianas de réguas metálicas ou plásticas de cor clara. | 1,8  | 2,72 | 2,90 | 0,78 | 0,04 |
| Envidraçado V2.2 e V3.2: Vão simples inserido na fachada SW com caixilharia metálica sem corte térmico, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo com 10mm de caixa de ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2,88 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto Fs x Fg x Fw, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Protecção solar exterior em persianas de réguas metálicas ou plásticas de cor clara. | 1,8  | 2,88 | 2,90 | 0,78 | 0,04 |
| Envidraçado V1.1 e V1.3: Vão simples, em contacto com marquise, inserido na fachada SW com caixilharia metálica sem corte térmico, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro simples, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,98 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto Fs x Fg x Fw, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Sem protecção solar. | 1,1 | 3,98 | 2,90 | - | - |
| Envidraçado V1.2: Vão simples, em contacto com marquise, inserido na fachada SW com caixilharia metálica sem corte térmico, fixo, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro simples, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,90 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto Fs x Fg x Fw, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Sem protecção solar. | 1,7 | 3,90 | 2,90 | - | - |

* Menores valores representam soluções mais eficientes.

SISTEMAS TÉCNICOS E VENTILAÇÃO

| Descrição dos Elementos Identificados | Uso | Consumo de Energia [kWh/ano] | Potência Nominal [kW] | Desempenho Nominal* | |
|--|---|------------------------------|-----------------------|---------------------|------|
| | | | | Solução | Ref. |
| Caldeira |  | | | | |
| Caldeira a gás natural, da marca Roca, modelo Rs-20/20, possui uma potência de 24kW. | | 2.780,45 | 24,00 | 0,64 | 0,86 |

*Valores maiores representam soluções mais eficientes.



Descrição dos Elementos Identificados

• Uso •

Taxa nominal de renovação de ar (h^{-1})

Solução

Mínimo

Ventilação

A ventilação processa-se de forma mecânica, com escoamento de ar por exaustão, em que a potência dos ventiladores é de 28.8 kW. Não existem aberturas de admissão de ar na fachada e condutas de ventilação natural sem obstruções significativas.



1,25

0,40

Aquecimento Ambiente Arrefecimento Ambiente Água Quente Sanitária Produção de Energia Ventilação e Extração

Folha de Cálculo A

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR

[illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

| | | |
|--|-------|------|
| Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} | 68.94 | W/°C |
|--|-------|------|

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR

[illegible]

| COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS) | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|---|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 0.00 |

| VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|--|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 0.00 |

| VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC. | Área A m ² | U W/m ² .°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|--|--------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
| VI1.1 | 0.49 | 3.98 | 0.80 | 1.55 |
| VI1.2 | 1.66 | 3.90 | 0.80 | 5.17 |
| VI1.3 | 0.60 | 3.98 | 0.80 | 1.91 |
| - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 8.63 |

[illegible]

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} 76.52 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

| PAREDES ENTERRADAS | Área m ² | U_{bw} W/m ² .°C | A. U_{bw} W/°C |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| TOTAL | | | 0.00 |

| PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i> | Área m ² | U_{bf} W/m ² .°C | A. U_{bf} W/°C |
|--|------------------------|----------------------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| TOTAL | | | 0.00 |

| PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos térmicos perimetrais</i> | Área m ² | U_f W/m ² .°C | A. U_f W/°C |
|---|------------------------|-------------------------------|------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| TOTAL | | | 0.00 |

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecs} 0.00 W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} 68.94 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu} + H_{adi}$ 76.52 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecs} 0.00 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} 145.47 W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} 68.94 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} 76.52 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecs} 0.00 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} 145.47 W/°C

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR

| PAREDES EXTERIORES | Área A m² | U _{ref} W/m².°C | U.A W/°C |
|--|--------------|-----------------------------|-------------|
| correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil | 0.00 | - | - |
| | PE1 19.55 | 0.50 | 9.78 |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| - | - | - | |
| | | | |

| <i>PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR</i> | <i>Área A m²</i> | <i>U W/m²·°C</i> | <i>U.A W/°C</i> |
|--|----------------------|----------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 0.00 |

[illegible][illegible]

| VÃOS OPACOS EXTERIORES | Área A m ² | U W/m ² .°C | U.A W/°C |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| TOTAL | | 0.00 | |

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} 45.73 W/°C

A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

| PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS | | Área A m ² | U W/m ² .°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|---|-----|--------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | PI1 | 33.78 | 0.50 | 0.80 | 13.51 |
| | PI2 | 3.74 | 0.50 | 0.80 | 1.50 |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - |
| | | | TOTAL | | 15.01 |

[illegible]

| <i>PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS</i> | <i>Área A m²</i> | <i>U W/m².°C</i> | <i>b_{tr}</i> | <i>U.A.b_{tr} W/°C</i> |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | | <i>TOTAL</i> | | <i>0.00</i> |

[illegible]

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} 35.61 W/°C

A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

| PAREDES ENTERRADAS | Área m | U_{bw} W/m ² .°C | A. U_{bw} W/°C |
|--------------------|-----------|----------------------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 0.00 |

| PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i> | Área m | U_{bf} W/m ² .°C | A. U_{bf} W/°C |
|--|-----------|----------------------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 0.00 |

| PAVIMENTOS TÊRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z=0) com ou sem isolamentos térmicos perimetrais.</i> | Área m | U_f W/m ² .°C | A. U_f W/°C |
|--|-----------|-------------------------------|------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 0.00 |

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo $H_{ecs REF}$ 0.00 W/°C

A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext REF}$ 45.73 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu REF} + H_{adj REF}$ 35.61 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ecs REF}$ 0.00 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr REF}$ 81.34 W/°C

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext REF}$ 45.73 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu REF}$ 35.61 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ecs REF}$ 0.00 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr REF}$ 81.34 W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned} & 1 \\ & - \\ \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} & \boxed{0} \\ & \times \\ \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} & \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\ & \div \\ R_{ph,i} \cdot A_p \cdot P_d & \boxed{356.85} \text{ m}^3/\text{h} \\ & = \\ \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} & \boxed{1.00} \\ & \times \\ & 0.34 \\ & \times \\ \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} & \boxed{1.95} \text{ h}^{-1} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{74.87} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Pé direito médio da fração } P_d & \boxed{2.44} \text{ m} \\ & = \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} & \boxed{121.33} \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned} & 1 \\ & - \\ \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} & \boxed{0} \\ & \times \\ \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} & \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\ & \div \\ R_{ph,v} \cdot A_p \cdot P_d & \boxed{356.85} \text{ m}^3/\text{h} \\ & = \\ \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} & \boxed{1.00} \\ & \times \\ & 0.34 \\ & \times \\ \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} & \boxed{1.95} \text{ h}^{-1} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{74.87} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Pé direito médio da fração } P_d & \boxed{2.44} \text{ m} \\ & = \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} & \boxed{121.33} \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned} & \begin{array}{r} 0.34 \\ \times \\ \hline \end{array} \\ \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{dh,i \text{ REF}} & \begin{array}{r} \times \\ \hline 0.60 \end{array} h^{-1} \\ & \begin{array}{r} \times \\ \hline \end{array} \\ \text{Área útil de pavimento } A_d & \begin{array}{r} \times \\ \hline 74.87 \end{array} m^2 \\ & \begin{array}{r} \times \\ \hline \end{array} \\ \text{Pé direito médio da fração } P_d & \begin{array}{r} \times \\ \hline 2.44 \end{array} m \\ & = \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i \text{ REF}} & \begin{array}{r} = \\ \hline 37.33 \end{array} W/^{\circ}C \end{aligned}$$

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_o \cdot F_f$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

| Designação do envidraçado | Orientação | Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$ | Área A_w m ² | Factor de Obstrução $F_{s,i} = F_{h,i} \cdot F_{o,i} \cdot F_{t,i}$ | Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$ | Área efectiva colectora $A_{s,i} = A_w \cdot F_{s,i} \cdot F_g \cdot g_i$ m ² | Factor de Orientação X | Área Efectiva colectora a Sul $X \cdot A_{s,i}$ m ² |
|---------------------------|------------|--|------------------------------|---|---|---|--------------------------|---|
| VI1.1 | Sudoeste | 0.56 | 0.49 | 0.45 | 0.49 | 0.06 | 0.84 | 0.05 |
| VI1.2 | Sudoeste | 0.56 | 1.66 | 0.45 | 0.49 | 0.20 | 0.84 | 0.17 |
| VI1.3 | Sudoeste | 0.56 | 0.60 | 0.45 | 0.49 | 0.07 | 0.84 | 0.06 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | | | | | 0.28 |

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

Área efectiva total equivalente na orientação a Sul m²

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul G_{sul} kWh/m².mês

Duração da estação de aquecimento M meses

=
Ganhos solares brutos $Q_{sol,i}$ kWh/ano

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos $Q_{int,i}$ kWh/ano

+

Ganhos solares brutos $Q_{sol,i}$ kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ kWh/ano

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul G_{sul} kWh/m².mês

x

0.182

x

0.2

x

Área útil de pavimento A_p m²

=

Ganhos solares brutos $Q_{sol,i}$ kWh/ano

+

Ganhos internos brutos $Q_{int,i}$ kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ kWh/ano

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

| | | |
|---|-------------------------------------|------------------|
| Ganhos internos médios q_{int} | <input type="text" value="4"/> | W/m ² |
| Duração da estação de arrefecimento L_e | <input type="text" value="2928"/> | horas |
| Área útil de pavimento A_p | <input type="text" value="74.87"/> | m ² |
| | ÷ | |
| | 1000 | |
| | = | |
| Ganhos internos brutos $Q_{int,br}$ | <input type="text" value="876.88"/> | kWh/ano |

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

[illegible]

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{vi} é igual a 1.**

Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar av_{ENU} é igual a 1.

T

TOTAL

178.80

[illegible]

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada1074.17kWh/ano

+

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca178.80kWh/ano

=

Ganhos Solares brutos $Q_{sol,v}$ 1252.97kWh/ano

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos $Q_{int,v}$ 876.88kWh/ano

+

Ganhos solares brutos $Q_{sol,v}$ 1252.97kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos $Q_{t,v}$ 2129.84kWh/ano

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Ganhos internos médios q_{int} 4W/m²

x

Duração da Estação de Arrefecimento L_v 2928horas

÷

1000

+

factor solar de verão de referência $g_{v,REF}$ 0.43

x

$A_w/A_{p,REF}$ 0.2

x

Radiação solar média de referência $I_{sol,REF}$ 490kWh/m².ano

=

53.85kWh/m².ano

x

Área útil de Pavimento A_p 74.87m²

=

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ 4031.90kWh/ano

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{array}{rcl} \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} & 145.47 & \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ + & & \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} & 121.33 & \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ = & & \\ \text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} & 266.80 & \text{W/}^{\circ}\text{C} \end{array}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{array}{rcl} & 0.024 & \\ \times & & \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD & 1\,176 & ^{\circ}\text{C.dias} \\ \times & & \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} & 145.47 & \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ = & & \\ \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} & 4\,107.05 & \text{kWh/ano} \end{array}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{array}{rcl} & 0.024 & \\ \times & & \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD & 1\,176 & ^{\circ}\text{C.dias} \\ \times & & \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} & 121.33 & \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ = & & \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} & 3\,425.58 & \text{kWh/ano} \end{array}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

| | |
|--|-----------------------------|
| Inércia do edifício | Forte |
| Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ | 3396.57 kWh/ano |
| Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,i}+Q_{ve,i}$ | \div 7532.63 kWh/ano |
| parâmetro γ_i | $=$ 0.45 |
| parâmetro a_i | 4.20 W/°C |
| Factor de utilização dos ganhos η_i | 0.98 |
| Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ | \times 3396.57 kWh/ano |
| Ganhos totais úteis $Q_{gu,i}$ | $=$ 3329.76 kWh/ano |

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

| | |
|---|--------------------------------------|
| Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i}$ | 4107.05 kWh/ano |
| Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i}$ | $+$ 3425.58 kWh/ano |
| Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i}$ | $-$ 3329.76 kWh/ano |
| (folha de cálculo 1.4) | $=$ |
| Necessidades Anuais na estação de aquecimento | 4202.87 kWh/ano |
| Área útil de pavimento A_p | \div 74.87 m ² |
| Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento N_c | $=$ 56.14 kWh/m ² .ano |

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr,REF}$ 81.34 W/°C

+

Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar $H_{ve,I,REF}$ 37.33 W/°C

=

Coeficiente de transferência de calor $H_{t,I,REF}$ 118.68 W/°C

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

0.024

x

Número de graus-dias de aquecimento GD 1 176 °C.dias

x

Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr,REF}$ 81.34 W/°C

=

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,I,REF}$ 2296.62 kWh/ano

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

0.024

x

Número de graus-dias de aquecimento GD 1 176 °C.dias

x

Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar $H_{ve,I,REF}$ 37.33 W/°C

=

Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,I,REF}$ 1054.02 kWh/ano

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i \text{ REF}} &= 0.6 \\ \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i \text{ REF}} &= 1671.33 \text{ kWh/ano} \\ \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i \text{ REF}} &= 1002.80 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned} \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i \text{ REF}} &= 2296.62 \text{ kWh/ano} \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i \text{ REF}} &= 1054.02 \text{ kWh/ano} \\ \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i \text{ REF}} &= 1002.80 \text{ kWh/ano} \\ \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} &= 2347.85 \text{ kWh/ano} \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= 74.87 \text{ m}^2 \\ \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i &= 31.36 \text{ kWh/m}^2.\text{ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

+

Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar $H_{ve,v}$ W/°C

=

Coeficiente de transferência de calor $H_{t,v}$ W/°C

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

x

$(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext})$ °C

x

Duração da Estação de Arrefecimento L_v horas

÷

1000

=

Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento $Q_{tr,v}$ kWh/ano

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar $H_{ve,v}$ W/°C

x

$(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext})$ °C

x

Duração da Estação de Arrefecimento L_v horas

÷

1000

=

Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento $Q_{ve,v}$ kWh/ano

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v}+Q_{ve,v}$ kWh/ano

=

parâmetro γ_v

parâmetro av W/°C

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Factor de utilização dos ganhos η_v 0.83

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned} & (1 - \eta_{vREF}) \quad \boxed{0.17} \\ & \quad \times \\ & \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,vREF} \quad \boxed{4031.90} \text{ kWh/ano} \\ & \quad \div \\ & \text{Área útil de pavimento } A_p \quad \boxed{74.87} \text{ m}^2 \\ & \quad = \\ & \text{Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento } N_v \quad \boxed{9.13} \text{ kWh/m}^2.\text{ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

| SISTEMA PARA AQUECIMENTO | Fonte de Energia | Necessidades de Energia Útil N_{ic} kWh/m².ano | f_i | δ | Eficiência Nominal η_i | Factor de Conversão F_{pui} kWh _{EP} /kWh | Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano | Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh _{EP} /m².ano |
|--------------------------|------------------|--|-------|----------|--------------------------------|--|---|---|
| | | 56.14 | - | 1 | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | Electricidade | | 1.00 | | 1 | 2.5 | 4202.87 | 140.34 |
| TOTAL | | | | | | | 4202.87 | 140.34 |

G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

[illegible]

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

| | |
|--|-----|
| consumo médio diário de referência M_{AQS} | 120 |
|--|-----|

40

X

nº convencional de ocupantes de cada fracção n 3 ocupante

X

| | |
|------------------------------|---|
| factor de eficiência hídrica | 1 |
|------------------------------|---|

==

| | |
|---|-----|
| consumo médio diário de referência MAQS | 120 |
|---|-----|

| | | |
|-----------------------------------|----|--------------------|
| aumento de temperatura ΔT | 35 | $^{\circ}\text{C}$ |
|-----------------------------------|----|--------------------|

| | | |
|-----------------------|-----|------|
| nº de dias de consumo | 365 | dias |
|-----------------------|-----|------|

3

3600000

÷

| | | |
|----|-------|---|
| Ap | 74.87 | m |
|----|-------|---|

| | | |
|---|-------|-------------------------|
| Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q _a /A _p | 23.81 | kWh/m ² .ano |
|---|-------|-------------------------|

| SISTEMA PARA AQS | Fonte de Energia | Necessidades de Energia Útil Q_a/A_p kWh/m².ano | f_a | δ | Eficiência Nominal η_a | Factor de Conversão F_{pua} kWh _{EP} /kWh | Necessidades de Energia Final $f.\delta.Q_a/\eta_a$ kWh/ano | Necessidades de Energia primária $f.\delta.Q_a/A_p.F_{pua}/\eta_a$ kWh _{EP} /m².ano |
|---------------------|------------------|---|-------|----------|--------------------------------|--|--|--|
| AQUE | Gás Natural | 23.81 | 1.00 | 1 | 0.64 | 1 | 2780.45 | 37.14 |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | Gás Natural | | 0.00 | | 0.77 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| TOTAL | | | | | | | 2780.45 | 37.14 |

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

$$\begin{aligned}
 &\text{Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica } W_{vm} \boxed{252.3} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de Pavimento } A_p \boxed{74.87} \text{ m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Factor de Conversão } F_{pu} \boxed{2.5} \text{ kWh}_{EP}/\text{kWh} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação } \boxed{8.42} \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

| SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL | Produção de Energia | E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano | Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh | Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano |
|---|---------------------|--|---|--|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | 0.00 | - | - |
| | | | TOTAL | 0.00 |

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Energia primária para aquecimento } \boxed{140.34} \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Energia primária para arrefecimento } \boxed{0.00} \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Energia primária para a preparação de AQS } \boxed{37.14} \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica } \boxed{8.42} \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável } \boxed{0.00} \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais globais de energia primária } N_{tc} \boxed{185.90} \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

| SISTEMA PARA AQUECIMENTO | Fonte de Energia | Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano | f_i | Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$ | Factor de Conversão F_{pui} kWh _{EP} /kWh | Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_i \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano |
|--------------------------|------------------|---|-------|--|--|---|
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | 31.36 | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | Electricidade | | 1.00 | 1 | 2.5 | 78.40 |
| TOTAL | | | | | | 78.40 |

G. 8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

| SISTEMA PARA ARREFECIMENTO | Fonte de Energia | Limite das Necessidades de Energia Útil N_v kWh/m ² .ano | f_v | Eficiência Nominal de Referência $\eta_{v,REF}$ | Factor de Conversão F_{puv} kWh _{EP} /kWh | Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_v \cdot F_{puv} / \eta_v$ kWh _{EP} /m ² .ano |
|----------------------------|------------------|---|-------|--|--|---|
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | 9.13 | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | Electricidade | | 1.00 | 2.8 | 2.5 | 8.15 |
| TOTAL | | | | | | 8.15 |

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &40 \\
 &\times \\
 n^{\circ} \text{ convencional de ocupantes de cada fracção } n & \boxed{3} \text{ ocupantes} \\
 &\times \\
 \text{factor de eficiência hídrica} & \boxed{1} \\
 &= \\
 \text{consumo médio diário de referência MAQS} & \boxed{120} \text{ l}
 \end{aligned}$$

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

$$\begin{aligned}
 &\text{consumo médio diário de referência } M_{\text{AQS}} \boxed{120} \text{ l} \\
 &\times \\
 &4187 \\
 &\times \\
 \text{aumento de temperatura } \Delta T & \boxed{35} ^{\circ}\text{C} \\
 &\times \\
 n^{\circ} \text{ de dias de consumo} & \boxed{365} \text{ dias} \\
 &\div \\
 &3600000 \\
 &\div \\
 A_p & \boxed{74.87} \text{ m}^2 \\
 &= \\
 \text{Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS } Q_a/A_p & \boxed{23.81} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}
 \end{aligned}$$

| SISTEMA PARA AQS | Fonte de Energia | Necessidades de Energia Útil de Referência Q_a/A_p kWh/m ² .ano | f_a | Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a \text{ REF}}$ | Factor de Conversão F_{puq} kWh _{EP} /kWh | Limite das Necessidades de Energia primária $f \cdot \delta \cdot Q_a/A_p \cdot F_{puq}/\eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano |
|---------------------|------------------|---|-------|---|---|---|
| AQUE | Gás Natural | 23.81 | 1.00 | 0.86 | 1 | 27.69 |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | Gás Natural | | 0.00 | 0.86 | 1 | 0.00 |
| TOTAL | | | | | | 27.69 |

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

| | | |
|--|--------|--|
| Energia primária para aquecimento | 78.40 | kWh _{EP} /m ² .ano |
| | + | |
| Energia primária para arrefecimento | 8.15 | kWh _{EP} /m ² .ano |
| | + | |
| Energia primária para a preparação de AQS | 27.69 | kWh _{EP} /m ² .ano |
| | = | |
| Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p | 114.24 | kWh _{EP} /m ² .ano |

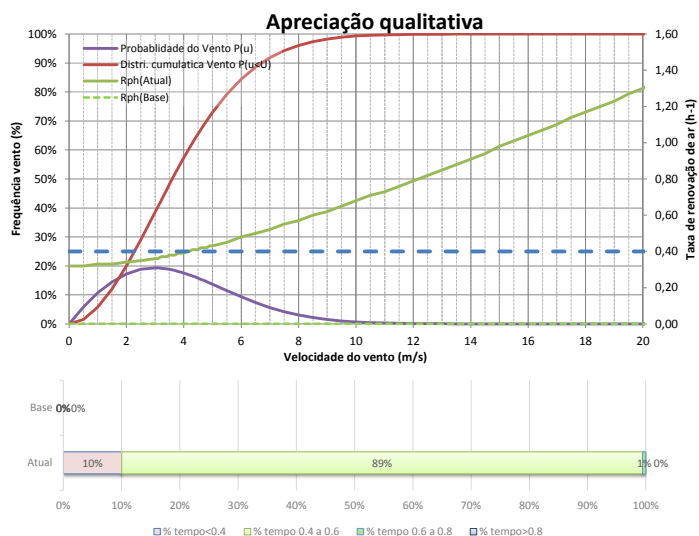
| | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|
|  LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL | | Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS | | Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto. apinto@lnec.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013. | |
| Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v1.0c, 2014-01-06 | | | | | |
| 1. Enquadramento do edifício | | | | | |
| Tipo de edifício | | Habitação existente | | Área útil (m2): 74,9 | |
| Local (município) | | PORTO | | Pd (m): 2,44 | |
| Região | | B | | N.º de pisos da fração: 1 | |
| Rugosidade | | I | | Velocidade vento: Defeito REH | |
| Altitude do local (m) | | 48 | | Vento (u10REH: 3.6) (m/s) | |
| Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach) | | 2 ou mais | | Vol (m3): 183 | |
| Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas? | | Não | | Texterior (°C): 10,1 | |
| Altura do edifício (H _{edif}) em m | | 24 | | Zref (m): 94 | |
| Altura da fração (H _{FA}) em m | | 9 | | Aenv/Au: 25% | |
| | | | | Proteção do edifício: Desprotegido | |
| | | | | Zona da fachada: Inferior | |
| | | | | | |
| 2. Permeabilidade ao ar da envolvente | | | | | |
| Foi medido valor n50 | | Não | | | |
| Para cada Janela ou grupo de janelas: | | | | | |
| Área dos vãos envidraçados (m2) | | 19,07 | | 0 | |
| Classe de permeabilidade ao ar das janelas | | Sem classificação | | Sem classificação | |
| Caixa de estore - permeabilidade | | Perm. Alta | | Não tem | |
| 3. Aberturas de admissão de ar na fachada | | | | | |
| Tem aberturas de admissão de ar na fachada | | Não | | | |
| Tipo de abertura | | | | | |
| Área livre das aberturas fixas (cm2) / | | | | | |
| Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h) | | | | | |
| 4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta | | | | | |
| Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta) | | Não | | Não | |
| Escoamento de ar | | | | | |
| Perda de carga | | | | | |
| Altura da conduta (m) | | | | | |
| Cobertura | | | | | |
| Número de condutas semelhantes | | | | | |
| 5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado | | | | | |
| Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax) | | Sim | | | |
| Escoamento de ar | | Exaustão | | | |
| Caudal nominal (m3/h) | | 90 | | | |
| Conhece Pressão total do ventilador e rendimento | | Não | | | |
| Pressão total (Pa) | | | | | |
| Rendimento total do ventilador(%) | | | | | |
| Tem sistema de recuperação de calor | | | | | |
| Rendimento da recuperação de calor (%) | | | | | |
| 6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa) | | | | | |
| Existem meios híbridos | | | | | |
| Escoamento de ar | | | | | |
| Caudal nominal (m3/h) | | | | | |
| Conhece Pressão total do ventilador e rendimento | | | | | |
| Pressão total (Pa) | | | | | |
| Rendimento total do ventilador(%) | | | | | |
| 7. Verão - Recuperador de calor | | | | | |
| Existe by-pass ao recuperador de calor no verão | | | | | |
| 8. Resultados | | | | | |
| 8.1 - Balanço de Energia - Edifício | | | | | |
| R _{pl,u} (h-1) - Aquecimento | | 1,95 | | | |
| R _{pl,v} (h-1) - Arrefecimento | | 1,95 | | | |
| W _{vm} (kWh) | | 252,3 | | | |
| 8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência | | | | | |
| R _{pl,u,REF} (h-1) | | 0,60 | | | |
| 8.3 - Caudal mínimo de ventilação | | | | | |
| R _{ph} estimada em condições nominais (h-1) | | 1,95 | | | |
| Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1) | | 0,40 | | | |
| Critério R _{ph} mínimo | | Satisfatório | | | |
| Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore. | | | | | |
| | | | | Técnico: _____ Data: 06-10-2014 | |



Informação complementar e destinada a auxiliar na avaliação do funcionamento
da ventilação e na seleção de eventuais grelhas de ventilação (REH)

1 - Apreciação qualitativa do efeito da variação da velocidade do vento na taxa de renovação de ar

(Ajuda)



2 - Recomendações para a permeabilidade ao ar das janelas e da envolvente (n50)

(Ajuda)

Janelas:

| | |
|---|---|
| Classe de permeabilidade ao ar das janelas recomendada: | 1 |
|---|---|

Permeabilidade ao ar da envolvente:

| | |
|---|-------|
| Valor n50 recomendado para construção usual: | 2,10 |
| Valor n50 recomendado para construção de elevado desempenho: | 0,80 |
| Valor n50 estimado com base na classe de permeabilidade ao ar das janelas e caixas de estore: | 11,73 |

3 - Estimar características das aberturas de admissão de ar da fachada

(Ajuda)

| | |
|--|------|
| Indicar caudal mínimo de ar novo pretendido (h-1): | 0,50 |
| Dimensionar grelhas com Frínchas? | Sim |

| | |
|--|--------|
| Caudal nominal das grelhas: | 97m3/h |
| Grelhas auto-reguláveis a não mais de: | 2 Pa |

| | | | | |
|--|---------|----------|----------|----------|
| Valores calculados para os diversos tipos de grelhas | | | | |
| Caudal nominal das grelhas (m3/h) | 165 cm2 | 97 m3/h | 144 m3/h | 205 m3/h |
| Caudal nominal das grelhas/Volume da fração (h-1) | 165 cm2 | 0.53 h-1 | 0.79 h-1 | 1.12 h-1 |

Isolamento sonoro: Avaliar para um compartimento, o mais desfavorável e com maior área envidraçada. Ajustar valores nas células a amarelo.

| | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------|---------------------|----|
| Zona | Sensível | Area da fachada (m2) | 7,5 | |
| Correcção | Ctr | Area da janela (m2) | 2,3 | |
| Tipo folhas: | Deslizar | Vol. compartimento (m3) | 40,5 | |
| Tipo vidro | 4-6-4 (30,-1,-3) | | -1 | -4 |
| Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB)) | 1 | | | |
| Grelha de ventilação | Com atenuação aberta (36,-1,-3) | 40 | -1 | -4 |
| Tipo de parede | Dupla 11+15 (50dB) | | | |
| | A | Rw (Ctr) | | |
| | (m2) | (dB) | | |
| Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB)) | 1 | 37 | Rw vidro | 30 |
| Vedação das juntas janela vão (k) | Boa | | C | -1 |
| Janela (Área (m2)/Rw(Ctr) | 2,3 | 26 | Ctr | -3 |
| Parede (Área (m2)/Rw(Ctr) | 5,3 | 50 | IGU Rw+Correcção | 27 |
| Fachada (Área (m2)/Rw(Ctr) | 7,5 | 30 | Janela Rw+Correcção | 26 |
| Fachada D2m,nT,W (dB) | | 28 | | |

Resultados: isolamento sonoro

| | | |
|--|----|--------------|
| Isolamento fachada (D2m,nT,W) | 28 | |
| Isolamento mínimo requerido (D2m,nT,W) | 28 | Satisfatório |

Síntese:

Grelhas fixas com 500 cm2 de área livre. As grelhas devem ser 'uniformemente' distribuídas pelas diferentes fachadas. As grelhas devem ter um isolamento sonoro (Dnei) não inferior a 36 (-1,-3) dB.

RELATÓRIO DE PERITAGEM

Avaliação do desempenho energético e identificação de medidas correctivas e de melhoria em edifícios existentes para habitação ou pequenos serviços realizada no âmbito do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios (SCE), Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto.

| | |
|------------------------|---|
| Elaborado por | António Cardoso Moraes dos Santos Lessa |
| Perito Qualificado n.º | PQ01356 |
| Data | 06/05/2014 |

DADOS DO IMÓVEL

Morada/Localização:

Alameda Dr. Fernando Azeredo Antas, nr. 87, 3º C

Código Postal:

4150-316

Concelho:

Porto



CONTEÚDO

- | | |
|----|---|
| 1 | INTRODUÇÃO |
| 2 | IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL |
| 3 | DOCUMENTAÇÃO |
| 4 | VISTORIA |
| 5 | LEVANTAMENTO DIMENSIONAL |
| 6 | PONTES TÉRMICAS |
| 7 | COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA SUPERFICIAL |
| 8 | RENOVAÇÃO DO AR INTERIOR |
| 9 | FACTOR SOLAR DO ENVIDRAÇADO |
| 10 | CLASSE DE INÉRCIA TÉRMICA |
| 11 | CONTRIBUIÇÃO DE SISTEMAS DE COLECTORES SOLARES (Esolar) |
| 12 | CONTRIBUIÇÃO DE OUTRAS ENERGIAS RENOVÁVEIS (Eren) |
| 13 | SISTEMAS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E PREPARAÇÃO DE AQS |
| 14 | MEDIDAS DE MELHORIA |
| 15 | ANEXO I - DOCUMENTAÇÃO DO IMÓVEL OBTIDA E ANALISADA PELO PQ |
| 16 | ANEXO II - DECLARAÇÃO ASSINADA PELO PROPRIETÁRIO |
| 17 | ANEXO III - REGISTO FOTOGRÁFICO |
| 18 | ANEXO IV - PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS |

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório visa sintetizar o trabalho de peritagem realizado, no âmbito do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE), Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto, para avaliação do desempenho energético e da qualidade do ar interior de uma fracção autónoma de um edifício destinada a habitação.

A avaliação realizada teve por base a metodologia definida pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto, complementada com Despacho (extrato) nº 15793-E/2013 de 3 de Dezembro, relativo às regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes.

O relatório de peritagem é parte integrante do processo de certificação do imóvel em análise e a sua existência constitui uma condição necessária à emissão e registo de respectivo certificado energético.

2. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

O imóvel objecto da presente peritagem corresponde ao edifício ou fracção autónoma do edifício identificada detalhadamente no **Anexo V**.

3. DOCUMENTAÇÃO

Com o objectivo de obter a melhor informação disponível sobre o imóvel e assim assegurar o maior rigor possível da análise efectuada, foi formalmente solicitado ao proprietário (ou seu representante) o fornecimento de um conjunto de documentos úteis para efeitos da peritagem realizada.

Toda a informação recolhida foi utilizada exclusivamente para efeitos da certificação do presente imóvel e será mantida em registo confidencial, por um período máximo de 5 anos, para efeitos de eventual verificação em contexto de fiscalização do trabalho do perito qualificado pela entidade responsável no SCE.

A documentação facultada está listada no **Anexo I** do presente relatório.

4. VISTORIA

A visita obrigatória ao imóvel teve lugar em 15-4-2014.

No **Anexo II** consta a declaração comprovativa, assinada pelo proprietário ou seu representante, da visita realizada à fracção em estudo.

A fracção encontra-se desocupada.

Para além da recolha de informação essencial ao processo de certificação, a vistoria realizada permitiu também confirmar a autenticidade e actualidade da informação constante na documentação recolhida.

Na vistoria acedeu-se a todos os espaços úteis e não úteis da fracção, sempre que tal se mostrou exequível.

Verificou-se na vistoria que não existem evidências do imóvel ter sido objecto de qualquer reabilitação térmica ou reforço de isolamento.

Foi igualmente possível confirmar a inexistência de qualquer indício de patologias construtivas que afectem o desempenho térmico, o conforto e a salubridade dos espaços.

Equipamentos e componentes com influência na eficiência térmica ou na qualidade do ar interior - não se encontram instalados.

Toda a vistoria realizada foi documentada através de um relatório fotográfico do interior e do exterior do imóvel, do qual constam no **Anexo III** alguns dos registos que ilustram as principais soluções construtivas e equipamentos instalados.

| 5.LEVANTAMENTO DIMENSIONAL | |
|---|--|
| Durante a vistoria foi efectuado o levantamento dimensional das áreas do imóvel pela medição directa das principais dimensões do interior. | |
| Regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional, de acordo com o Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013: | |
| Foram introduzidas regras de simplificação na medição da fracção. | |
| Parâmetro | Regras de Simplificação |
| Área interior útil de pavimento | Não foram adoptadas simplificações na determinação da área útil de pavimento. |
| Área de parede (interior e exterior) | Não foram adoptadas simplificações na determinação da área de parede (interior e exterior). |
| Área de pavimento (interior e exterior) | Não foram adoptadas simplificações na determinação das áreas de pavimento (interior e/ou exterior). |
| Área de cobertura (interior e exterior) | Não foram adoptadas simplificações na determinação da área de cobertura (interior e exterior). |
| Pé-direito médio | Para o pé-direito foi adoptado um valor médio aproximado, estimado em função das áreas de pavimento associadas. |
| Áreas de portas (interiores e exteriores) | Foram adoptadas simplificações na determinação das áreas de portas (interiores e exteriores). |
| | A área das portas de envolvente com uma área envidraçada inferior a 25% foram incluídas na secção corrente da envolvente opaca contígua. |
| | A área das portas de envolvente com uma área envidraçada superior a 25% foram tratadas globalmente como um vão envidraçado. |
| Os espaços não úteis em contacto com a fracção encontram-se descritos no Anexo IV , conjuntamente com as folhas de cálculo regulamentares. | |
| No ANEXO IV consta uma planta ilustrativa do levantamento dimensional realizado durante a visita. | |
| No mesmo anexo incluem-se alguns elementos e dimensões características do imóvel em estudo. | |

6. PONTES TÉRMICAS

Não existem elementos que permitam identificar e medir as pontes térmicas planas na envolvente, pelo que se optou pela majoração em 35% das perdas associadas à envolvente corrente.

Na identificação e quantificação das perdas associadas às pontes térmicas lineares, foi adoptado um dos métodos previstos no REH, tendo sido determinados os valores para os respectivos desenvolvimentos lineares que constam nas folhas ou programa de cálculo regulamentar que complementam o presente relatório.

7. COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA SUPERFICIAL

No **Anexo III** encontram-se algumas imagens que evidenciam algumas características das soluções existentes.

De notar que, para determinação do valor de U das diferentes soluções construtivas, foi prioritariamente considerada toda a informação disponível sobre as características técnicas dos elementos que as constituem. Apenas na ausência de informação específica, se recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, tendo, nesses casos, utilizado as melhores opções aplicáveis e em coerência com a informação recolhida no local aquando da vistoria ao imóvel.

8. RENOVAÇÃO DE AR INTERIOR

A renovação do ar interior no imóvel processa-se com base em ventilação Mecânica.

No campo respectivo do certificado energético são indicados os pressupostos de base ao cálculo das renovações por hora da fracção em estudo.

9. FACTOR SOLAR DO ENVIDRAÇADO

No **Anexo III** encontram-se igualmente imagens que evidenciam algumas características dos vãos existentes.

10. CLASSE DE INÉRCIA TÉRMICA

A classe da inércia considerada para o imóvel foi forte

Para determinação da classe de inércia foram utilizadas as simplificações previstas no Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013.

As evidências recolhidas, que permitem suportar as considerações relativamente à inércia térmica considerada, constam do **Anexo III**.

11. CONTRIBUIÇÃO DE SISTEMAS DE COLECTORES SOLARES (Esolar)

O imóvel em estudo não dispõe de sistemas de colectores solares.

12. CONTRIBUIÇÃO DE OUTRAS ENERGIAS RENOVÁVEIS (Eren)

O imóvel em estudo não dispõe de outros sistemas de energia renovável.

| 13.SISTEMAS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E PREPARAÇÃO DE AQS | |
|---|--|
| Sistemas de Aquecimento | Não existe sistema de aquecimento instalado. |
| | |
| | |
| | |
| Sistemas de Arrefecimento | Não existe sistema de arrefecimento instalado. |
| | |
| | |
| | |
| Sistemas de Preparação de AQS | Caldeira a gás. |
| | Equipamento sem carácter provisório. |
| | Os sistemas instalados encontram-se em normal funcionamento. |
| | |
| <p>No Anexo III encontram-se igualmente imagens que evidenciam esses sistemas e suas características.</p> <p>De notar que, para caracterização dos equipamentos ou sistemas instalados (em particular dos respectivos valores de eficiência), foram prioritariamente consideradas todas as especificações ou catálogos técnicos disponíveis. Nos casos em que tal informação não estava disponível nos elementos fornecidos pelo proprietário, foi consultado o respectivo fornecedor ou fabricante do equipamento, com vista à obtenção dos dados necessários. Apenas na ausência de informação específica, se recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, tendo, nesses casos, utilizado as melhores opções aplicáveis e em coerência com a informação recolhida no local aquando da vistoria ao imóvel.</p> | |

| 14. MEDIDAS DE MELHORIA |
|--|
| <p>Quando aplicável, a fracção será objecto de um estudo de medidas de melhoria que visa identificar oportunidades para otimizar o desempenho energético, aumentar o conforto térmico e promover a salubridade dos espaços. O estudo de soluções segue a hierarquia de prioridades definida para o efeito, nomeadamente:</p> <p>Correcção de patologias construtivas;</p> <p>Redução das necessidades de energia útil por intervenção na envolvente;</p> <p>Utilização de energias renováveis;</p> <p>Melhoria da eficiência dos sistemas.</p> <p>As medidas de melhoria são descritas detalhadamente no campo respectivo do certificado energético.</p> |

15. ANEXO I - DOCUMENTAÇÃO SOBRE O IMÓVEL OBTIDA E ANALISADA PELO PQ

Documentação entregue:

| | |
|--|-----|
| Caderneta predial urbana | Sim |
| Certidão de registo na conservatória | Sim |
| Projecto de arquitectura | Não |
| Projecto de estruturas | Não |
| Projecto de comportamento térmico | Não |
| Projecto de especialidades de águas e esgotos | Não |
| Ficha técnica da habitação | Não |
| Ficha técnica dos sistema(s) e/ou equipamento(s) instalado(s) para a preparação de águas quentes sanitárias. | Não |
| Ficha técnica dos sistema(s) e/ou equipamento(s) instalado(s) para climatização (aquecimento e/ou arrefecimento) | Não |
| Especificações técnicas dos materiais e/ou sistemas construtivos utilizados | Não |
| Contrato de manutenção do sistema solar | Não |
| Declarações de técnicos credenciados | Não |
| Fichas de inspecção de sistemas de ar condicionado e/ou caldeiras | Não |
| Outra documentação: | Não |

16. ANEXO II - DECLARAÇÃO ASSINADA PELO PROPRIETÁRIO OU REPRESENTANTE



Declaração de visita à fracção no âmbito do Sistema de Certificação Energética

(Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto e Portaria 349-A/2013 de 29 de novembro)

Eu, João Carlos Ricardo Soares (nome do declarante), titular do BI /
Cartão de Cidadão / Passaporte (riscar o não aplicável) com o n.º 1273 117 26, e na qualidade de *
do imóvel sito em Alameda Francisco Augusto Gomes, 87-3 e
concelho de Ponte pela presente declaro que:

- a) O Perito Qualificado António Leão (nome
esteve presente no imóvel acima indicado no dia 15/4/2014, entre as 9:00 (hora de início) e
as 10:00 (hora final), onde realizou a vistoria obrigatória para efeitos de emissão do respectivo
Certificado Energético;
- b) O técnico apresentou, no momento da vistoria, o seu cartão de identificação de Perito Qualificado com
o n.º PO01356;
- c) Previamente ao início da visita, o Perito Qualificado explicou sucintamente o objectivo da mesma, bem
como, em que consistiria a sua vistoria ao local;
- d) Autorizo a recolha de imagens durante a vistoria unicamente para os fins de constituição do processo
de peritagem e posterior evidência, da análise e pressupostos de cálculo assumidos, não podendo as
mesmas ser reveladas a entidades terceiras à gestão e supervisão do Sistema Nacional de
Certificação Energética dos Edifícios ("SCE") sem o meu consentimento e nos termos da lei actual-
mente em vigor;
- e) Autorizo o perito qualificado a manter uma cópia de toda a documentação facultada ao mesmo para
realização da peritagem, desde que a mesma seja usada exclusivamente para os efeitos previstos no
âmbito do SCE, não sendo revelados a entidades terceiras à sua gestão e supervisão os dados nel-
le contidos sem o meu consentimento, nos termos da lei actualmente em vigor.

Observações: _____

_____, de _____ de _____

O Perito Qualificado

António Leão

O Proprietário

João Soares

* Indicar a qualidade na qual está a acompanhar ou a ceder o acesso ao perito para a visita ao imóvel, por exemplo: proprietário, co-
proprietário, familiar do proprietário, agente imobiliário, etc.. No caso de o proprietário delegar a sua representatividade a terceiros
deverá obrigatoriamente ser anexa documentação de suporte que comprove essa delegação.

Endereço empresa/entidade: _____

Telefone de contacto: Fixo _____ Móvel _____

Modelo DecVisita REH v.0

17. ANEXO III - REGISTO FOTOGRÁFICO



Porta de acesso



Esp. Env. Ext.



Esp. Env. Int.



V1.1 e V1.2



V2.1 e V2.2



V3.1 e V3.2



Pormenor envidraçado exterior



VI1.1, VI1.2 e V1.3



Ventilação mecânica IS



Ventilação mecânica IS



Caldeira a gás

REGISTO FOTOGRÁFICO (continuação)

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

REGISTO FOTOGRÁFICO (continuação)

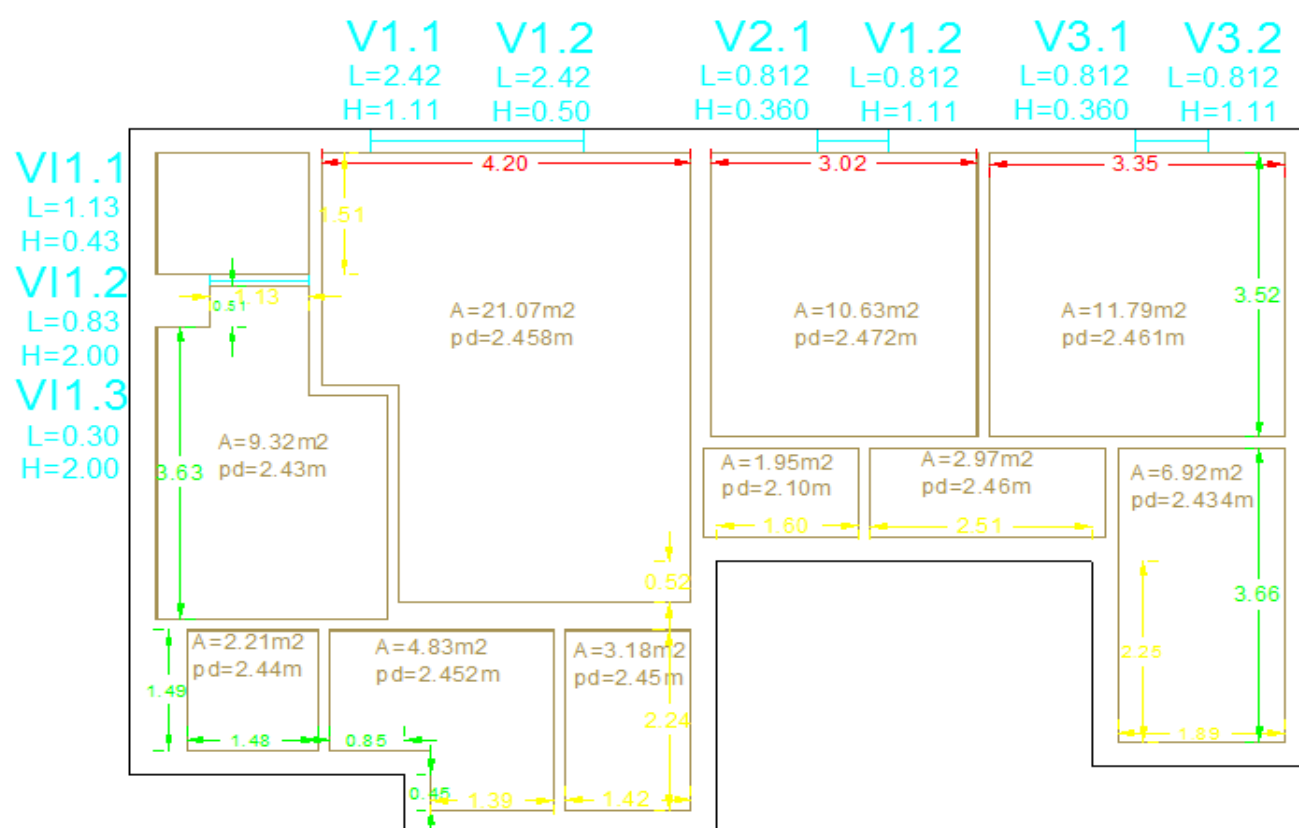
| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

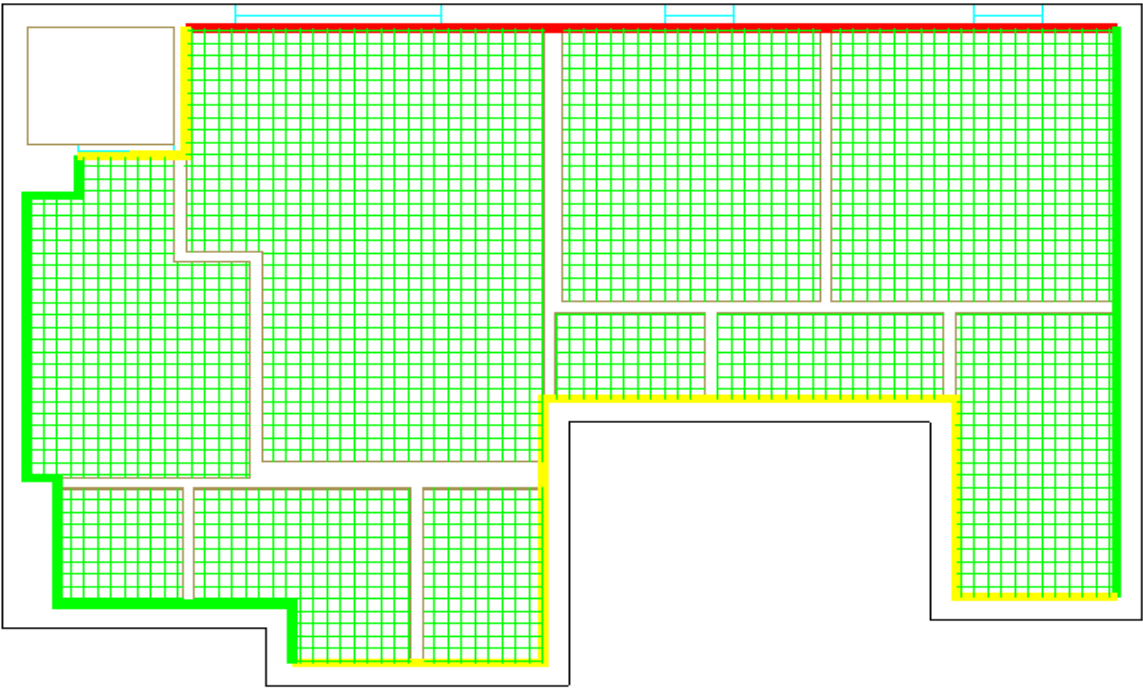
| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

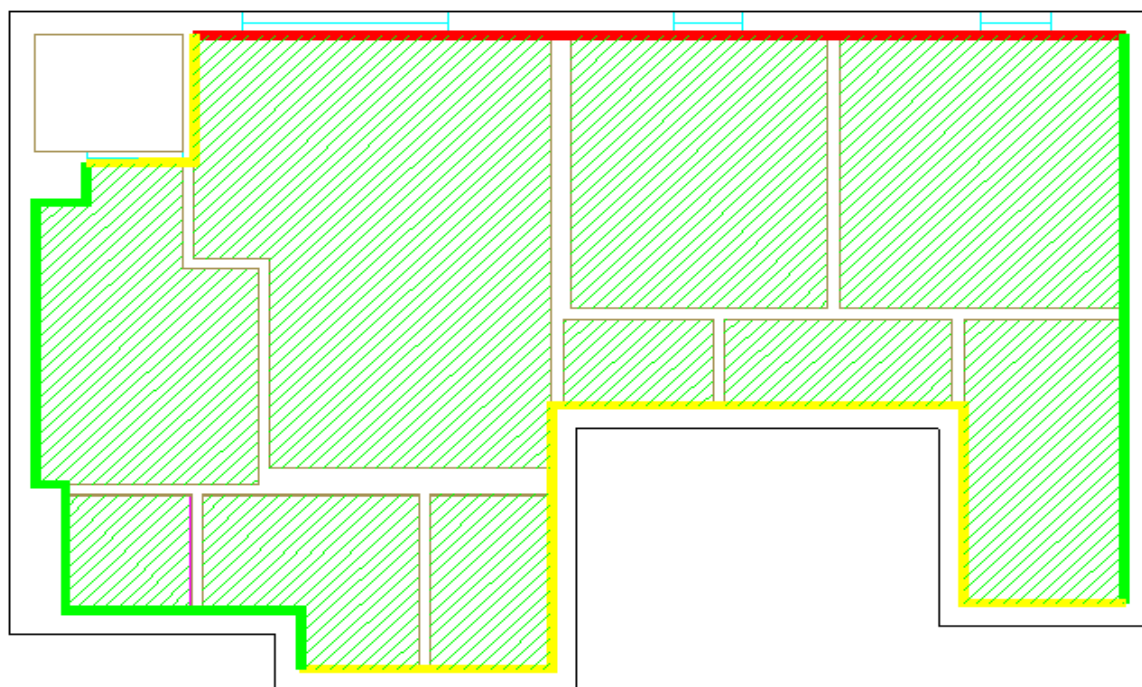
18. ANEXO IV - PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS



PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS (continuação)



PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS (continuação)



PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS (continuação)



Pavimento com requisito exterior



Tecto com requisito exterior



Pavimento interior com requisito interior



Tecto interior com requisito interior



Pavimento sem requisito



Tecto sem requisito



Pavimento interior com requisito de exterior



Tecto interior com requisito de exterior

LEGENDA :



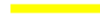
- Envolvente com requisito de exterior



- Envolvente interior com requisito de interior



- Envolvente sem requisitos



- Envolvente interior com requisito de exterior

ANEXO I.2 – CASO B



IDENTIFICAÇÃO POSTAL

Morada RUA NOSSA SENHORA DO Ó, 859,

Localidade TOUGUINHA

Freguesia TOUGUINHA E TOUGUINHÓ

Concelho VILA DO CONDE

GPS 41.368811, -8.718561

IDENTIFICAÇÃO PREDIAL/FISCAL

Conservatória do Registo Predial de VILA DO CONDE

Nº de Inscrição na Conservatória 00036

Artigo Matricial nº 953

Fração Autónoma

INFORMAÇÃO ADICIONAL

Área útil de Pavimento 294,71 m²

Este certificado apresenta a classificação energética deste edifício ou fração. Esta classificação é calculada comparando o desempenho energético deste edifício nas condições atuais, com o desempenho que este obterá nas condições mínimas (com base em valores de referência) a que estão obrigados os edifícios novos. Obtenha mais informação sobre a certificação energética no site da ADENE em www.adene.pt

INDICADORES DE DESEMPENHO

Determinam a classe energética do edifício e a eficiência na utilização de energia, incluindo o contributo de fontes renováveis. São apresentados comparativamente a um valor de referência e calculados em condições padrão.



Aquecimento Ambiente

Referência: 47 kWh/m².ano

Edifício: 96 kWh/m².ano

Renovável: 0,0 %

106%
MENOS
eficiente
que a referência



Arrefecimento Ambiente

Referência: 3,3 kWh/m².ano

Edifício: 0,0 kWh/m².ano

Renovável: 0,0 %

100%
MAIS
eficiente
que a referência



Água Quente Sanitária

Referência: 9,4 kWh/m².ano

Edifício: 12 kWh/m².ano

Renovável: 0,0 %

28%
MENOS
eficiente
que a referência

CLASSE ENERGÉTICA

Mais eficiente

A+
0% a 25%

A
26% a 50%

B
51% a 75%

B-
76% a 100%

C
101% a 150%

D
151% a 200%

E
201% a 250%

F
Mais de 251%

Mínimo:
Edifícios Novos

Mínimo:
Grandes Intervenções

D
188%

Menos eficiente

ENERGIA RENOVÁVEL

Contributo de energia renovável no consumo de energia deste edifício.



0%

EMISSIONES DE CO₂

Emissões de CO₂ estimadas devido ao consumo de energia.



10,8
toneladas/ano



DESCRIÇÃO SUCINTA DO EDIFÍCIO OU FRAÇÃO

Edifício unifamiliar composto por rés-do-chão e um piso de habitação, localizado na Rua Nossa Senhora do Ó, nr.859, concelho de Vila Do Conde, numa zona não abastecida por gás natural. Está inserido na periferia de uma zona urbana, implantado a uma altitude de 20m, com uma distância à costa inferior a 5km, em zona climática de inverno I1 e de verão V2. O edifício é de tipologia T3, tem a fachada principal orientada a Oeste, é constituído por sala, cozinha, três quartos, três instalações sanitárias e circulação interior. O edifício confronta abaixo com o terreno, acima por cobertura exterior e lateralmente por exterior. O edifício apresenta uma inércia térmica forte e ventilação natural. Não existe sistema de arrefecimento e aquecimento instalado. A preparação de águas quentes sanitárias é efectuada por um esquentador a gás.

COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DA HABITAÇÃO

Descreve e classifica o comportamento térmico dos elementos construtivos mais representativos desta habitação. Uma classificação de 5 estrelas, expressa a referência adequada para esses elementos, tendo em conta, entre outros factores, as condições climáticas onde o edifício se localiza.

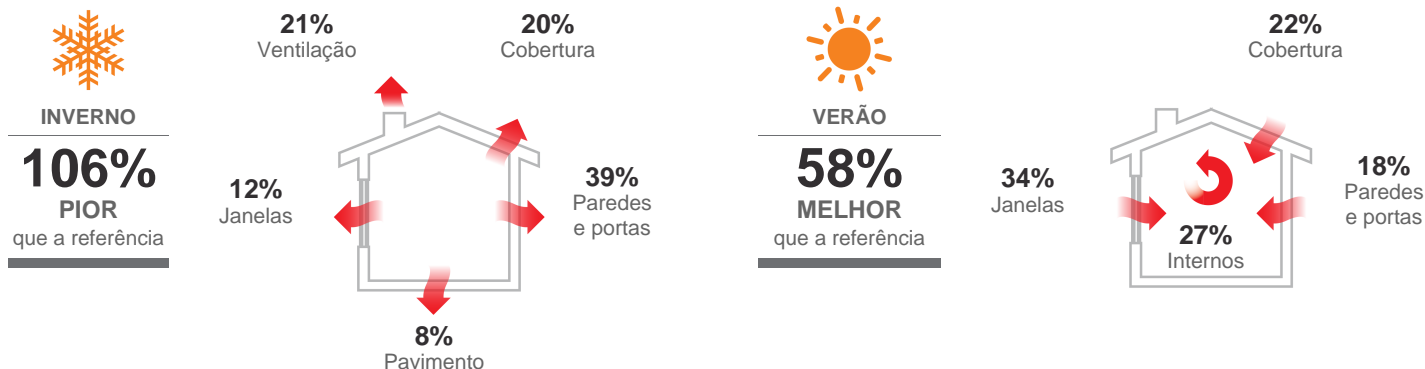
| Tipo | Descrição das Principais Soluções | Classificação |
|------------|---|---------------|
| PAREDES | Parede simples ou duplas rebocadas (posterior a 1960) | ★★☆☆☆ |
| | Parede simples ou duplas rebocadas (posterior a 1960) | ★☆☆☆☆ |
| COBERTURAS | Cobertura inclinada sem isolamento térmico | ☆☆☆☆☆ |
| PAVIMENTOS | Pavimento sem isolamento térmico | ★☆☆☆☆ |
| JANELAS | Janela Simples com Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro duplo | ★★☆☆☆ |
| | Janela Simples com Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro duplo | ★☆☆☆☆ |

Soluções sem isolamento, referem-se a soluções onde não existe isolamento térmico ou que não foi possível comprovar a sua existência.

Pior ☆☆☆☆☆
Melhor ★★★★★

PERDAS E GANHOS DE CALOR DA HABITAÇÃO

Os elementos construtivos contribuem para o consumo de energia associado à climatização e para o conforto na habitação. A informação apresentada, indica o contributo desses elementos, bem como, os locais onde ocorrem perdas e ganhos de calor.





PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA

As medidas propostas foram identificadas pelo Perito Qualificado e têm como objectivo a melhoria do desempenho energético do edifício. A implementação destas medidas, para além de reduzir a fatura energética anual, poderá contribuir para uma melhoria na classificação energética.

| Nº da Medida | Aplicação | Descrição da Medida de Melhoria Proposta | Custo Estimado do Investimento | Redução Anual Estimada da Fatura Energética | Classe Energética (após medida) |
|--------------|-----------|---|--------------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | | Montagem de teto falso | 2.816€ | até 977€ | D |
| 2 | | Substituição do equipamento atual e/ou instalação de esquentador de elevado rendimento para preparação de águas quentes sanitárias | 900€ | até 133€ | D |
| 3 | | Substituição do equipamento atual e/ou instalação de sistema de ar condicionado multisplit reversível (bomba de calor) tipo inverter com classe energética A, para climatização | 4.060€ | até 3.791€ | C |
| 4 | | Instalação de sistema solar térmico individual | 3.000€ | até 541€ | D |

CONJUNTO DE MEDIDAS DE MELHORIA

1 + 2 + 3 + 4

Representa o impacto a nível financeiro e do desempenho energético na habitação, que este conjunto de medidas de melhoria terá, se for implementado.



10.776€

CUSTO TOTAL ESTIMADO
DO INVESTIMENTO



até 4.540€

REDUÇÃO ANUAL
ESTIMADA DA FATURA



CLASSE ENERGÉTICA
APÓS MEDIDA

RECOMENDAÇÕES SOBRE SISTEMAS TÉCNICOS

Os sistemas técnicos dos edifícios de habitação, com especial relevância para os equipamentos responsáveis pela produção de águas quentes sanitárias, aquecimento e arrefecimento são determinantes no consumo de energia. Face a essa importância é essencial que sejam promovidas, com regularidade, ações que assegurem o correto funcionamento desses equipamentos, especialmente em sistemas com caldeiras que produzam água quente sanitária e/ou aquecimento, bem como sistemas de ar condicionado. Neste sentido, é recomendável que sejam realizadas ações de manutenção e inspeção regulares a esses sistemas, por técnicos qualificados. Estas ações contribuem para manter os sistemas regulados de acordo com as suas especificações, garantir a segurança e o funcionamento otimizado do ponto de vista energético e ambiental.

Nas situações de aquisição de novos equipamentos ou de substituição dos atuais, deverá obter, através um técnico qualificado, informação sobre o dimensionamento e características adequadas em função das necessidades. A escolha correta de um equipamento permitirá otimizar os custos energéticos e de manutenção durante a vida útil do mesmo.

Estas recomendações foram produzidas pela ADENE - Agência para a energia. Caso necessite de obter mais informações sobre como melhorar o desempenho dos seus equipamentos, contacte esta agência ou um técnico qualificado.



DEFINIÇÕES

Energia Renovável - Energia proveniente de recursos naturais renováveis como o sol, vento, água, biomassa, geotermia entre outras, cuja utilização para suprimento dos diversos usos no edifício contribui para a redução do consumo de energia fóssil deste.

Emissões CO₂ - Indicador que traduz a quantidade de gases de efeito de estufa libertados para a atmosfera em resultado do consumo de energia nos diversos usos considerados no edifício.

Valores de Referência - Valores que expressam o desempenho energético dos elementos construtivos ou sistemas técnicos e que conduzem ao cenário de referência determinado para efeito de comparação com o edifício real.

Condições Padrão - Condições consideradas na avaliação do desempenho energético do edifício, admitindo-se para este efeito, uma temperatura interior de 18°C na estação de aquecimento e 25°C na estação de arrefecimento, bem como o aquecimento de uma determinada quantidade de água quente sanitária, em função da tipologia da habitação.

INFORMAÇÃO ADICIONAL

Tipo de Certificado Existente

Nome do PQ ANTONIO CARDOSO MORAIS DOS SANTOS LESSA

Número do PQ PQ01356

Data de Emissão 02/05/2014

Código do Ponto de Entrega de Consumo

NOTAS E OBSERVAÇÕES

A classe energética foi determinada com base na comparação do desempenho energético do edifício nas condições em que este se encontra, face ao desempenho que o mesmo teria com uma envolvente e sistemas técnicos de referência. Considera-se que os edifícios devem garantir as condições de conforto dos ocupantes, pelo que, caso não existam sistemas de climatização no edifício/fração, assume-se a sua existência por forma a permitir comparações objetivas entre edifícios.

Os consumos efetivos do edifício/fração podem divergir dos consumos previstos neste certificado, pois dependem da ocupação e padrões de comportamento dos utilizadores.



Esta secção do certificado energético apresenta, em detalhe, os elementos considerados pelo Perito Qualificado no processo de certificação do edifício/fração. Esta informação encontra-se desagregada entre os principais indicadores energéticos e dados climáticos relativos ao local do edifício, bem como as soluções construtivas e sistemas técnicos identificados em projeto e/ou durante a visita ao imóvel. As soluções construtivas e sistemas técnicos encontram-se caracterizados tendo por base a melhor informação recolhida pelo Perito Qualificado e apresentam uma indicação dos valores referenciais ou limites admissíveis (quando aplicáveis).

RESUMO DOS PRINCIPAIS INDICADORES



| Sigla | Descrição | Valor / Referência |
|-----------|--|--------------------|
| Nic | Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m².ano) | 96.4 / 46.7 |
| Nvc | Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m².ano) | 3.8 / 9.1 |
| Qa | Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano) | 2377 / 2377 |
| Wvm | Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano) | 0 |
| Eren | Energia produzida a partir de fontes renováveis (kWh/ano) | 0 / 0* |
| Eren, ext | Energia exportada proveniente de fontes renováveis (kWh/ano) | 0 |
| Ntc | Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh _{ep} /m².ano) | 252.9 / 134.3 |

* respeitante à contribuição mínima a que estão sujeitos os edifícios novos ou grandes intervenções, quando aplicável

DADOS CLIMÁTICOS

| Descrição | Valor |
|-------------------------------------|----------------|
| Altitude | 20 m |
| Graus-dia (18° C) | 1132 |
| Temperatura média exterior (I / V) | 10,0 / 20,9 °C |
| Zona Climática de inverno | I1 |
| Zona Climática de verão | V2 |
| Duração da estação de aquecimento | 6,1 meses |
| Duração da estação de arrefecimento | 4,0 meses |

PAREDES, COBERTURAS, PAVIMENTOS E PONTES TÉRMICAS PLANAS

| Descrição dos Elementos Identificados | Área Total e Orientação [m²] | Coeficiente de Transmissão Térmica* [W/m².°C] | | |
|---|---|---|------------|--------|
| | | Solução | Referência | Máximo |
| Paredes | | | | |
| PE1: Parede exterior orientada a N,S,E,W em alvenaria tijolo furado ou bloco, com uma espessura total de 0,34 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e exterior em reboco de cor clara, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s) (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico. |  | 1,01 | 0,50 | - |
| PE2: Parede exterior orientada a N,S,E,W em alvenaria tijolo furado ou bloco, com uma espessura total de 0,2 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e exterior em reboco de cor clara, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s) (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico. |  | 1,70 | 0,50 | - |
| Coberturas | | | | |
| COBE1: Cobertura exterior do tipo pesada inclinada, constituída por laje aligeirada de abobadilha cerâmica e vigotas pré-esforçadas, revestida pelo interior através de reboco, espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e revestida pelo exterior através de telha cerâmica, de cor clara, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s). Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico e a espessura da laje é desconhecida. | 80,0 | 3,40 | 0,40 | - |
| Pavimentos | | | | |
| PAVT: Pavimento térreo revestido pelo interior através de soalho. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico e a espessura da laje é desconhecida. | 107,1 | 1,00 | 0,50 | - |

* Menores valores representam soluções mais eficientes.



VÃOS ENVIDRAÇADOS

| Descrição dos Elementos Identificados | Área Total e Orientação [m²] | Coef. de Transmissão Térmica*[W/m².°C] | | Fator Solar | |
|---|------------------------------------|---|------------|-------------|--------|
| | | Solução | Referência | Vidro | Global |
| Envidraçado VE2-5, VE7-9, VE13-16, VE18-20: Vão simples inserido na fachada S, E e W, com caixilharia metálica sem corte térmico, de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo com 9mm de caixa de ar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,51 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto $F_s \times F_g \times F_w$, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Protecção solar exterior em portadas metálicas de cor escura. | 20 3.8 | 3,51 | 2,90 | 0,78 | 0,09 |
| Envidraçado VE1, VE12.1: Vão simples inserido na fachada S com caixilharia metálica sem corte térmico, fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,78 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto $F_s \times F_g \times F_w$, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Sem protecção solar. | 0.9 | 3,78 | 2,90 | 0,78 | 0,78 |
| Envidraçado VE6, VE10-11.1, VE12.2, VE17, VE21: Vão simples inserido na fachada N, E e S com caixilharia metálica sem corte térmico, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro simples, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 6,2 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto $F_s \times F_g \times F_w$, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Sem protecção solar. | 0.6 2.8 0.5 | 6,20 | 2,90 | 0,78 | 0,78 |
| Envidraçado VE22: Vão simples inserido na fachada E com caixilharia metálica sem corte térmico, de correr, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,35 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto $F_s \times F_g \times F_w$, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Sem protecção solar. | 0.5 | 4,35 | 2,90 | 0,78 | 0,78 |
| Envidraçado VH1-3: Vão simples horizontal com caixilharia metálica sem corte térmico, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro duplo, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 4,74 W/(m².°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto $F_s \times F_g \times F_w$, a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes. Sem protecção solar. | H 1.7 | 4,74 | 2,90 | 0,78 | 0,78 |

* Menores valores representam soluções mais eficientes.

SISTEMAS TÉCNICOS E VENTILAÇÃO

| Descrição dos Elementos Identificados | Uso | Consumo de Energia [kWh/ano] | Potência Nominal [kW] | Desempenho Nominal* | |
|---|-----|------------------------------------|-----------------------------|------------------------|------|
| | | | | Solução | Ref. |
| Esquentador | | | | | |
| Esquentador a gás propano, Vulcano, gama click ventilado de modelo WRD-KME11, possui uma potência de 18.6 kW e uma rendimento de 75%. | | 3.521,90 | 18,60 | 0,68 | 0,86 |

*Valores maiores representam soluções mais eficientes.



Descrição dos Elementos Identificados

• Uso •

Taxa nominal de renovação de ar (h^{-1})

Solução

Mínimo

Ventilação

A ventilação processa-se de forma natural. Existem aberturas de admissão de ar na fachada com aberturas fixas ou reguláveis manualmente com uma área livre de 750cm². Não existem condutas de ventilação natural sem obstruções significativas.



1,21

0,40

 Aquecimento Ambiente  Arrefecimento Ambiente  Água Quente Sanitária  Produção de Energia  Ventilação e Extração

Folha de Cálculo A

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR

[illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

| | | |
|--|---------|------|
| Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} | 1101.28 | W/°C |
|--|---------|------|

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR

| PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|--|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 0.00 |
| PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 0.00 |
| PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 0.00 |

| COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS) | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|---|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 0.00 |

| VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|--|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| TOTAL | | | | 0.00 |

| VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC. | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|--|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | | | TOTAL | 0.00 |

[illegible]

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} 0.00 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

| PAREDES ENTERRADAS | Área m ² | U_{bw} W/m ² .°C | A. U_{bw} W/°C |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| TOTAL | | | 0.00 |

| PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i> | Área m ² | U_{bf} W/m ² .°C | A. U_{bf} W/°C |
|--|------------------------|----------------------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| TOTAL | | | 0.00 |

| PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos térmicos perimetrais</i> | Área m ² | U_f W/m ² .°C | A. U_f W/°C |
|---|------------------------|-------------------------------|------------------|
| PAVT | 107.09 | 1.00 | 107.09 |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| TOTAL | | | 107.09 |

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecs} 107.09 W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} 1 101.28 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu} + H_{adi}$ 0.00 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecs} 107.09 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} 1 208.37 W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} 1 101.28 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} 0.00 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecs} 107.09 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} 1 208.37 W/°C

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR

[illegible]

| <i>PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR</i> | <i>Área A m²</i> | <i>U W/m².°C</i> | <i>U.A W/°C</i> |
|--|----------------------|----------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 0.00 |

| COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR | Área A m² | U _{ascendente} W/m².°C | U.A W/°C |
|---------------------------------------|--------------|------------------------------------|-------------|
| COBE | 80.45 | 0.40 | 32.18 |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 32.18 |

[illegible]

[illegible]

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} 452.99 W/°C

A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

[illegible]

| <i>PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES</i> | <i>Área A m²</i> | <i>U W/m².°C</i> | <i>b_{tr}</i> | <i>U.A.b_{tr} W/°C</i> |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | | TOTAL | | 0.00 |

| PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS | Área A m² | U W/m².°C | b _{tr} | U.A.b _{tr} W/°C |
|------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | | TOTAL | | 0.00 |

| <i>COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)</i> | <i>Área A m²</i> | <i>U W/m².°C</i> | <i>b_{tr}</i> | <i>U.A.b_{tr} W/°C</i> |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | | TOTAL | | 0.00 |

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} 0.00 W/°C

A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

| PAREDES ENTERRADAS | Área m | U_{bw} W/m ² .°C | A. U_{bw} W/°C |
|--------------------|-----------|----------------------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 0.00 |

PAVIMENTOS ENTERRADOS

Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).

| | Área m | U_{bf} W/m ² .°C | A. U_{bf} W/°C |
|--|-----------|----------------------------------|---------------------|
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 0.00 |

PAVIMENTOS TÉRREOS

Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z=0) com ou sem isolamentos térmicos perimetrais.

| | Área m | U_f W/m ² .°C | A. U_f W/°C |
|------|-----------|-------------------------------|------------------|
| PAVT | 107.09 | 0.50 | 53.55 |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | - | - | - |
| | | TOTAL | 53.55 |

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo $H_{ecs REF}$ 53.55 W/°C

A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext REF}$ 452.99 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu REF} + H_{adj REF}$ 0.00 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ecs REF}$ 53.55 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr REF}$ 506.54 W/°C

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext REF}$ 452.99 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu REF}$ 0.00 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ecs REF}$ 53.55 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr REF}$ 506.54 W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned} & 1 \\ & - \\ \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} & \boxed{0} \\ & \times \\ \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} & \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\ & \div \\ R_{ph,i} \cdot A_p \cdot P_d & \boxed{858.32} \text{ m}^3/\text{h} \\ & = \\ \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} & \boxed{1.00} \\ & \times \\ & 0.34 \\ & \times \\ \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} & \boxed{1.21} \text{ h}^{-1} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{294.71} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Pé direito médio da fração } P_d & \boxed{2.41} \text{ m} \\ & = \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} & \boxed{291.83} \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned} & 1 \\ & - \\ \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} & \boxed{0} \\ & \times \\ \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} & \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\ & \div \\ R_{ph,v} \cdot A_p \cdot P_d & \boxed{858.32} \text{ m}^3/\text{h} \\ & = \\ \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} & \boxed{1.00} \\ & \times \\ & 0.34 \\ & \times \\ \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} & \boxed{1.21} \text{ h}^{-1} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{294.71} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Pé direito médio da fração } P_d & \boxed{2.41} \text{ m} \\ & = \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} & \boxed{291.83} \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned} & \begin{array}{r} 0.34 \\ \times \\ \hline \end{array} \\ & \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{dh,i \text{ REF}} \begin{array}{r} \times \\ \hline 0.60 \end{array} h^{-1} \\ & \begin{array}{r} \times \\ \hline \end{array} \\ & \text{Área útil de pavimento } A_d \begin{array}{r} \times \\ \hline 294.71 \end{array} m^2 \\ & \begin{array}{r} \times \\ \hline \end{array} \\ & \text{Pé direito médio da fração } P_d \begin{array}{r} \times \\ \hline 2.41 \end{array} m \\ & \begin{array}{r} = \\ \hline \end{array} \\ & \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i \text{ REF}} \begin{array}{r} = \\ \hline 144.71 \end{array} W/^{\circ}C \end{aligned}$$

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

0.72

| | | |
|----------------------------------|----------|---------|
| Ganhos internos médios q_{int} | x 4 | W/m^2 |
|----------------------------------|----------|---------|

| | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Duração da estação de aquecimento M | $\overbrace{6.05}^x$ meses |
|-------------------------------------|----------------------------|

Área útil de pavimento A_p $\frac{x}{294.71} m^2$

Ganhos internos brutos $Q_{int,i}$ 5136.72 kWh/ano

[illegible]

Em nenhum caso o produto $X_i \cdot F_h \cdot F_o \cdot F_f$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_o \cdot F_f$ deve ser inferior ou igual a 0,9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

| Designação do envidraçado | Orientação | Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$ | Área A_w m ² | Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i} \cdot F_{o,i} \cdot F_{t,i}$ | Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$ | Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w \cdot F_{s,i} \cdot F_g \cdot g_i$ m ² | Factor de Orientação X | Área Efectiva colectora a Sul $X \cdot A_{s,i}$ m ² |
|---------------------------|------------|--|------------------------------|---|---|---|--------------------------|---|
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

TOTAL 0.00

Área efectiva total equivalente na orientação a Sul 9.22 m²

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul G_{sul} 130 kWh/m².mês

Duração da estação de aquecimento M 6.05 meses

Ganhos solares brutos $Q_{sol,i}$ 7254.57 kWh/ano

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos $Q_{int,i}$ 5136.72 kWh/ano

+

Ganhos solares brutos $Q_{sol,i}$ 7254.57 kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ 12391.30 kWh/ano

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul G_{sul} 130 kWh/m².mês

x

0.182

x

0.2

x

Área útil de pavimento A_p 294.71 m²

=

Ganhos solares brutos $Q_{sol,i}$ 1394.57 kWh/ano

+

Ganhos internos brutos $Q_{int,i}$ 5136.72 kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ 6531.29229 kWh/ano

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

Ganhos internos médios q_{int} 4 W/m^2

Duração da estação de arrefecimento L_r 2928 horas

Área útil de pavimento A_p $\begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline 294.71 \\ \hline \end{array} m^2$

$$\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},v} = \frac{3451.64}{1000} \text{ kWh/ano}$$

VÃOS ENVIDRAÇADOS

| Designação do Envidraçado | Orientação | Área m ² | Tipo de Vidro | Fracção Envidraçada F _E | Factor Sel. angular F _{WV} | Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{mv} | FS Global Prot. Móveis e Perm. g _T | FS Global Prot. Perm. g _{Tp} | FS de Verão g _{av} =F _{mv} ·g _T ·(1-F _{mv})·g _{Tp} | Área Efectiva A _{av} =A _w ·F _E ·g _T | Factor de Obstrução F _{av} =F _{h,v} ·F _{av} ·F _{lv} | Intensidade da Radiação I _{tot} | I _{tot} ·F _{av} ·A _v |
|---------------------------|------------|----------------------------|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|---|---------------------------------------|--|---|---|--|---|
| | | | | | | | | | | m ² | kWh/m ² ·ano | kWh/ano | |
| VE1 | Sul | 0.46 | Duplo | 0.70 | 0.75 | 0.60 | 0.09 | 0.59 | 0.29 | 0.09 | 0.80 | 425.00 | 31.53 |
| VE2 | Sul | 1.92 | Duplo | 0.70 | 0.75 | 0.60 | 0.09 | 0.59 | 0.29 | 0.39 | 0.80 | 425.00 | 131.34 |
| VE3 | Oeste | 2.00 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.45 | 0.80 | 490.00 | 175.26 |
| VE4 | Oeste | 2.00 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.45 | 0.80 | 490.00 | 175.26 |
| VE5 | Oeste | 3.90 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.87 | 0.80 | 490.00 | 341.60 |
| VE6 | Norte | 0.28 | Simples | 0.70 | 0.85 | 0.00 | 0.85 | 0.72 | 0.72 | 0.14 | 0.90 | 220.00 | 28.15 |
| VE7 | Este | 1.80 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.40 | 0.90 | 490.00 | 177.81 |
| VE8 | Este | 2.20 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.49 | 0.90 | 490.00 | 216.93 |
| VE9 | Este | 2.20 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.49 | 0.90 | 490.00 | 216.93 |
| VE10 | Este | 0.22 | Simples | 0.70 | 0.90 | 0.00 | 0.85 | 0.77 | 0.77 | 0.12 | 0.90 | 490.00 | 51.50 |
| VE11.1 | Este | 1.19 | Simples | 0.70 | 0.90 | 0.00 | 0.85 | 0.77 | 0.77 | 0.64 | 0.90 | 490.00 | 281.56 |
| VE11.2 | Este | 1.19 | Simples | 0.70 | 0.90 | 0.00 | 0.85 | 0.77 | 0.77 | 0.64 | 0.90 | 490.00 | 280.95 |
| VE12.1 | Sul | 0.46 | Duplo | 0.70 | 0.75 | 0.60 | 0.09 | 0.59 | 0.29 | 0.09 | 0.80 | 425.00 | 31.53 |
| VE12.2 | Sul | 0.46 | Simples | 0.70 | 0.80 | 0.00 | 0.85 | 0.68 | 0.68 | 0.22 | 0.80 | 425.00 | 74.45 |
| VE13 | Sul | 1.92 | Duplo | 0.70 | 0.75 | 0.60 | 0.09 | 0.59 | 0.29 | 0.39 | 0.80 | 425.00 | 131.34 |
| VE14 | Oeste | 3.90 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.87 | 0.90 | 490.00 | 384.29 |
| VE15 | Oeste | 3.90 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.87 | 0.90 | 490.00 | 384.29 |
| VE16 | Oeste | 3.90 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.87 | 0.90 | 490.00 | 384.29 |
| VE17 | Norte | 0.28 | Simples | 0.70 | 0.85 | 0.00 | 0.85 | 0.72 | 0.72 | 0.14 | 0.90 | 220.00 | 28.04 |
| VE18 | Este | 1.80 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.40 | 0.90 | 490.00 | 177.81 |
| VE19 | Este | 2.20 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.49 | 0.90 | 490.00 | 216.93 |
| VE20 | Este | 2.20 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.49 | 0.90 | 490.00 | 216.93 |
| VE21 | Este | 0.22 | Simples | 0.70 | 0.90 | 0.00 | 0.85 | 0.77 | 0.77 | 0.12 | 0.90 | 490.00 | 51.06 |
| VE22 | Este | 0.54 | Duplo | 0.70 | 0.85 | 0.60 | 0.09 | 0.66 | 0.32 | 0.12 | 0.90 | 490.00 | 53.06 |
| VH1 | Horizontal | 0.57 | Duplo | 0.70 | 1.00 | 0.90 | 0.09 | 0.78 | 0.16 | 0.06 | 0.90 | 800.00 | 45.32 |
| VH2 | Horizontal | 0.57 | Duplo | 0.70 | 1.00 | 0.90 | 0.09 | 0.78 | 0.16 | 0.06 | 0.90 | 800.00 | 45.32 |
| VH3 | Horizontal | 0.57 | Duplo | 0.70 | 1.00 | 0.90 | 0.09 | 0.78 | 0.16 | 0.06 | 0.90 | 800.00 | 45.32 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | | | | | | | | | | |

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{vi} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar av_{ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

TOTAL

2294.21

[illegible]

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada4378.81kWh/ano

+

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca5115.86kWh/ano

=

Ganhos Solares brutos $Q_{sol,v}$ 9494.67kWh/ano

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos $Q_{int,v}$ 3451.64kWh/ano

+

Ganhos solares brutos $Q_{sol,v}$ 9494.67kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos $Q_{t,v}$ 12946.31kWh/ano

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Ganhos internos médios q_{int} 4W/m²

x

Duração da Estação de Arrefecimento L_v 2928horas

÷

1000

+

factor solar de verão de referência $g_{v,REF}$ 0.43

x

$A_w/A_{p,REF}$ 0.2

x

Radiação solar média de referência $I_{sol,REF}$ 490kWh/m².ano

=

53.85kWh/m².ano

x

Área útil de Pavimento A_p 294.71m²

=

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ 15870.72kWh/ano

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 1\,208.37 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &\quad + \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} \quad 291.83 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &\quad = \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} \quad 1\,500.20 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0.024 \\ &\quad \times \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} \quad 1\,132 \quad ^{\circ}\text{C.dias} \\ &\quad \times \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 1\,208.37 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &\quad = \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 32\,817.47 \quad \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0.024 \\ &\quad \times \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} \quad 1\,132 \quad ^{\circ}\text{C.dias} \\ &\quad \times \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} \quad 291.83 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &\quad = \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 7\,925.59 \quad \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

| | |
|--|------------------|
| Inércia do edifício | Forte |
| Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ | 12391.30 kWh/ano |
| Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,i}+Q_{ve,i}$ | 40743.05 kWh/ano |
| parâmetro γ_i | 0.30 |
| parâmetro a_i | 4.20 W/°C |
| Factor de utilização dos ganhos η_i | 1.00 |
| Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ | 12391.30 kWh/ano |
| Ganhos totais úteis $Q_{gu,i}$ | 12333.04 kWh/ano |

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

| | |
|---|-------------------------------|
| Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i}$ | 32817.47 kWh/ano |
| Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i}$ | 7925.59 kWh/ano |
| Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i}$ | 12333.04 kWh/ano |
| (folha de cálculo 1.4) | |
| Necessidades Anuais na estação de aquecimento | 28410.02 kWh/ano |
| Área útil de pavimento A_p | 294.71 m ² |
| Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento N_c | 96.40 kWh/m ² .ano |

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr, REF} \quad 506.54 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve, I, REF} \quad 144.71 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t, I, REF} \quad 651.25 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0.024 \\ &\times \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,132 \quad ^{\circ}\text{C.dias} \\ &\times \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr, REF} \quad 506.54 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr, I, REF} \quad 13\,756.80 \quad \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0.024 \\ &\times \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,132 \quad ^{\circ}\text{C.dias} \\ &\times \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve, I, REF} \quad 144.71 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve, I, REF} \quad 3\,930.04 \quad \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i \text{ REF}} &= 0.6 \\ \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i \text{ REF}} &= 6531.29 \text{ kWh/ano} \\ \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i \text{ REF}} &= 3918.78 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned} \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i \text{ REF}} &= 13756.80 \text{ kWh/ano} \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i \text{ REF}} &= 3930.04 \text{ kWh/ano} \\ \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i \text{ REF}} &= 3918.78 \text{ kWh/ano} \\ \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} &= 13768.07 \text{ kWh/ano} \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= 294.71 \text{ m}^2 \\ \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i &= 46.72 \text{ kWh/m}^2.\text{ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 1\,208.37 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &\quad + \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 291.83 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &\quad = \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 1\,500.20 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 1\,208.37 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &\quad \times \\ &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^{\circ}\text{C} \\ &\quad \times \\ &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\ &\quad \div \\ &\quad 1000 \\ &\quad = \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 14\,506.27 \quad \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 291.83 \quad \text{W/}^{\circ}\text{C} \\ &\quad \times \\ &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^{\circ}\text{C} \\ &\quad \times \\ &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\ &\quad \div \\ &\quad 1000 \\ &\quad = \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 3\,503.34 \quad \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

| | |
|--|------------------|
| Inércia do edifício | Forte |
| Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ | 12946.31 kWh/ano |
| | ÷ |
| Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v}+Q_{ve,v}$ | 18009.61 kWh/ano |
| | = |
| parâmetro γ_v | 0.72 |
| | |
| parâmetro av | 4.20 W/°C |
| | |
| Factor de utilização dos ganhos η_v | 0.91 |

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

| | | |
|--|----------------|------------|
| | $(1 - \eta_v)$ | 0.09 |
| | x | |
| Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ | 12946.31 | kWh/ano |
| | ÷ | |
| Área útil de pavimento A_p | 294.71 | m² |
| | = | |
| Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} | 3.76 | kWh/m².ano |

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Factor de utilização dos ganhos η_v 0.83

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned} & (1 - \eta_{vREF}) \quad \boxed{0.17} \\ & \quad \times \\ & \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,vREF} \quad \boxed{15870.72} \text{ kWh/ano} \\ & \quad \div \\ & \text{Área útil de pavimento } A_p \quad \boxed{294.71} \text{ m}^2 \\ & \quad = \\ & \text{Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento } N_v \quad \boxed{9.13} \text{ kWh/m}^2.\text{ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

| SISTEMA PARA AQUECIMENTO | Fonte de Energia | Necessidades de Energia Útil N _{ic} kWh/m².ano | f _i | δ | Eficiência Nominal η _i | Factor de Conversão F _{pui} kWh _{EP} /kWh | Necessidades de Energia Final f _i ·δ·N _{ic} /η _i ·A _p kWh/ano | Necessidades de Energia Primária f _i ·δ·N _{ic} ·F _{pui} /η _i kWh _{EP} /m².ano |
|--------------------------|------------------|---|----------------|---|--------------------------------------|---|--|--|
| | | 96.40 | - | 1 | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | Electricidade | | 1.00 | | 1 | 2.5 | 28410.02 | 241.00 |
| TOTAL | | | | | | | 28410.02 | 241.00 |

G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

[illegible]

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

| | |
|--|-----|
| consumo médio diário de referência M_{AQS} | 160 |
|--|-----|

40

X

nº convencional de ocupantes de cada fracção n 4 ocupante

X

| | |
|------------------------------|---|
| factor de eficiência hídrica | 1 |
|------------------------------|---|

==

| | |
|---|-----|
| consumo médio diário de referência MAQS | 160 |
|---|-----|

| | | |
|-----------------------------------|----|--------------------|
| aumento de temperatura ΔT | 35 | $^{\circ}\text{C}$ |
|-----------------------------------|----|--------------------|

| | | |
|-----------------------|-----|------|
| nº de dias de consumo | 365 | dias |
|-----------------------|-----|------|

\div

3600000

÷

| | | |
|----|--------|---|
| Ap | 294.71 | m |
|----|--------|---|

| | | |
|--|------|-------------------------|
| Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_a/A_p | 8.07 | kWh/m ² .ano |
|--|------|-------------------------|

| SISTEMA PARA AQS | Fonte de Energia | Necessidades de Energia Útil Q_a/A_p kWh/m².ano | f_a | δ | Eficiência Nominal η_a | Factor de Conversão F_{pua} kWh _{EP} /kWh | Necessidades de Energia Final $f.\delta.Q_a/\eta_a$ kWh/ano | Necessidades de Energia primária $f.\delta.Q_a/A_p.F_{pua}/\eta_a$ kWh _{EP} /m².ano |
|---------------------|------------------|---|-------|----------|--------------------------------|--|--|--|
| AQS | GPL (garrafas) | 8.07 | 1.00 | 1 | 0.68 | 1 | 3521.90 | 11.95 |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| | | | - | | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | GPL (garrafas) | | 0.00 | | 0.77 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| TOTAL | | | | | | | 3521.90 | 11.95 |

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm} kWh/ano
 \div
 Área útil de Pavimento A_p m²
 \times
 Factor de Conversão F_{pu} kWh_{EP}/kWh
 $=$
 Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação kWh_{EP}/m².ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

| SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL | Produção de Energia | E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano | Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh | Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano |
|---|---------------------|--|---|--|
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | - | - | - |
| | - | 0.00 | - | - |
| TOTAL | | | | 0.00 |

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento kWh_{EP}/m².ano
 $+$
 Energia primária para arrefecimento kWh_{EP}/m².ano
 $+$
 Energia primária para a preparação de AQS kWh_{EP}/m².ano
 $+$
 Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica kWh_{EP}/m².ano
 $-$
 Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável kWh_{EP}/m².ano
 $=$
 Necessidades nominais anuais globais de energia primária N_{tc} kWh_{EP}/m².ano

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

| SISTEMA PARA AQUECIMENTO | Fonte de Energia | Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano | f_i | Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$ | Factor de Conversão F_{pui} kWh _{EP} /kWh | Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_i \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano |
|--------------------------|------------------|---|-------|--|--|---|
| | | 46.72 | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | Electricidade | | 1.00 | 1 | 2.5 | 116.79 |
| TOTAL | | | | | | 116.79 |

G. 8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

| SISTEMA PARA ARREFECIMENTO | Fonte de Energia | Limite das Necessidades de Energia Útil N_v kWh/m ² .ano | f_v | Eficiência Nominal de Referência $\eta_{v,REF}$ | Factor de Conversão F_{puv} kWh _{EP} /kWh | Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_v \cdot F_{puv} / \eta_v$ kWh _{EP} /m ² .ano |
|----------------------------|------------------|---|-------|--|--|---|
| | | 9.13 | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | Electricidade | | 1.00 | 2.8 | 2.5 | 8.15 |
| TOTAL | | | | | | 8.15 |

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

n° convencional de ocupantes de cada fracção n $\begin{matrix} 40 \\ \times \\ 4 \end{matrix}$ ocupantes
 factor de eficiência hídrica $\begin{matrix} \times \\ 1 \end{matrix}$
 =
 consumo médio diário de referência MAQS $\begin{matrix} 160 \end{matrix}$ l

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS


consumo médio diário de referência M_{AQS} $\begin{matrix} 160 \end{matrix}$ l
 \times
 4187
 \times
 aumento de temperatura ΔT $\begin{matrix} 35 \end{matrix}$ °C
 \times
 n° de dias de consumo $\begin{matrix} 365 \end{matrix}$ dias
 \div
 3600000
 \div
 A_p $\begin{matrix} 294.71 \end{matrix}$ m²
 =

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_a/A_p $\begin{matrix} 8.07 \end{matrix}$ kWh/m².ano

| SISTEMA PARA AQS | Fonte de Energia | Necessidades de Energia Útil de Referência Q_a/A_p kWh/m ² .ano | f_a | Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$ | Factor de Conversão F_{puq} kWh _{EP} /kWh | Limite das Necessidades de Energia primária $f \cdot \delta \cdot Q_a/A_p \cdot F_{puq}/\eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano |
|---------------------|------------------|--|-------|---|--|--|
| AQS | GPL (garrafas) | 8.07 | 1.00 | 0.86 | 1 | 9.38 |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| | | | - | - | - | - |
| Sistema por defeito | GPL (garrafas) | | 0.00 | 0.86 | 1 | 0.00 |
| TOTAL | | | | | | 9.38 |

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

| | | |
|--|--------|--|
| Energia primária para aquecimento | 116.79 | kWh _{EP} /m ² .ano |
| | + | |
| Energia primária para arrefecimento | 8.15 | kWh _{EP} /m ² .ano |
| | + | |
| Energia primária para a preparação de AQS | 9.38 | kWh _{EP} /m ² .ano |
| | = | |
| Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p | 134.33 | kWh _{EP} /m ² .ano |

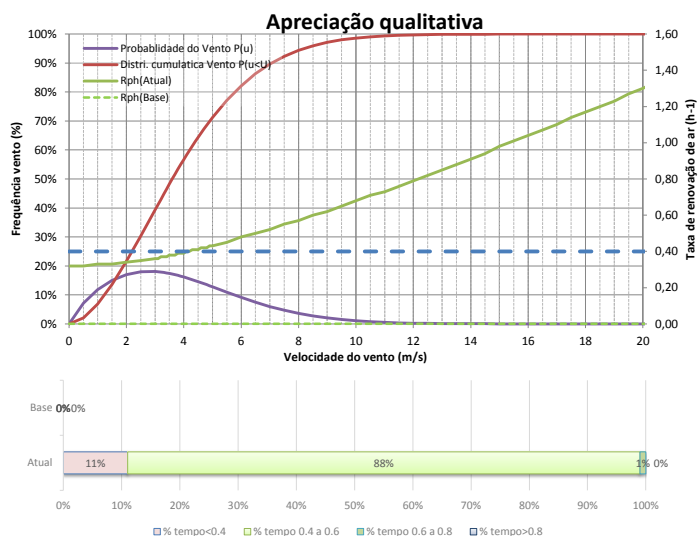
| | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|
|  LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL | | Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS | | Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto. apinto@lnec.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013. | |
| Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v1.0c, 2014-01-06 | | | | | |
| 1. Enquadramento do edifício | | | | | |
| Tipo de edifício | | Habitação existente | | Área útil (m2): 294,7 | |
| Local (município) | | VILA DO CONDE | | Pd (m): 2,41 | |
| Região | | B | | Nº de pisos da fração: 3 | |
| Rugosidade | | I | | Velocidade vento: Defeito REH | |
| Altitude do local (m) | | 20 | | Vento (u10REH: 3.6) (m/s) | |
| Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach) | | 2 ou mais | | Vol (m3): 710 | |
| Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas? | | Não | | Texterior (°C): 10,3 | |
| Altura do edifício (H _{edif}) em m | | 9 | | Zref (m): 94 | |
| Altura da fração (H _{fra}) em m | | 9 | | Aenv/Au: 15% | |
| | | | | Proteção do edifício: Desprotegido | |
| | | | | Zona da fachada: Inferior | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 2. Permeabilidade ao ar da envolvente | | | | | |
| Foi medido valor n50 | | Não | | | |
| Para cada Janela ou grupo de janelas: | | | | | |
| Área dos vãos envidraçados (m2) | | 35,85 | | 6,99 | |
| Classe de permeabilidade ao ar das janelas | | Sem classificação | | Sem classificação | |
| Caixa de estore - permeabilidade | | Perm. Alta | | Não tem | |
| 3. Aberturas de admissão de ar na fachada | | | | | |
| Tem aberturas de admissão de ar na fachada | | Sim | | | |
| Tipo de abertura | | Fixa ou regulável manualmente | | Auto-regulável a 2 Pa Auto-regulável a 10 Pa Auto-regulável a 20 Pa | |
| Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h) | | 750 | | 0 0 0 | |
| 4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta | | | | | |
| Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta) | | Não | | Não Não Não | |
| Escoamento de ar | | | | | |
| Perda de carga | | | | | |
| Altura da conduta (m) | | | | | |
| Cobertura | | | | | |
| Número de condutas semelhantes | | | | | |
| 5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado | | | | | |
| Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax) | | Não | | | |
| Escoamento de ar | | | | | |
| Caudal nominal (m3/h) | | | | | |
| Conhece Pressão total do ventilador e rendimento | | | | | |
| Pressão total (Pa) | | | | | |
| Rendimento total do ventilador(%) | | | | | |
| Tem sistema de recuperação de calor | | | | | |
| Rendimento da recuperação de calor (%) | | | | | |
| 6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa) | | | | | |
| Existem meios híbridos | | Não | | | |
| Escoamento de ar | | | | | |
| Caudal nominal (m3/h) | | | | | |
| Conhece Pressão total do ventilador e rendimento | | | | | |
| Pressão total (Pa) | | | | | |
| Rendimento total do ventilador(%) | | | | | |
| 7. Verão - Recuperador de calor | | | | | |
| Existe by-pass ao recuperador de calor no verão | | | | | |
| 8. Resultados | | | | | |
| 8.1 - Balanço de Energia - Edifício | | | | | |
| R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento | | 1,21 | | | |
| R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento | | 1,21 | | | |
| W _{vm} (kWh) | | 0,0 | | | |
| 8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência | | | | | |
| R _{ph,i,REF} (h-1) | | 0,60 | | | |
| 8.3 - Caudal mínimo de ventilação | | | | | |
| R _{ph} estimada em condições nominais (h-1) | | 1,21 | | | |
| Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1) | | 0,40 | | | |
| Critério R _{ph} mínimo | | Satisfatório | | | |
| Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore. | | | | | |
| | | | | Técnico: _____ Data: 06-10-2014 | |



Informação complementar e destinada a auxiliar na avaliação do funcionamento
da ventilação e na seleção de eventuais grelhas de ventilação (REH)

1 - Apreciação qualitativa do efeito da variação da velocidade do vento na taxa de renovação de ar

(Ajuda)



Atual: Rph,i=0.38 Rphmedio=0.40 Rphtermica=0.32
Base: Rph,i=0.00 Rphmedio=0.00 Rphtermica=0.00

Rph<0.4:0%; 0.4 a 0.6:0%; 0.6 a 0.8:0%; >0.8:0%

Rph<0.4:10%; 0.4 a 0.6:89%; 0.6 a 0.8:1%; >0.8:0%

2 - Recomendações para a permeabilidade ao ar das janelas e da envolvente (n50)

(Ajuda)

Janelas:

| | |
|---|---|
| Classe de permeabilidade ao ar das janelas recomendada: | 1 |
|---|---|

Permeabilidade ao ar da envolvente:

| | |
|---|------|
| Valor n50 recomendado para construção usual: | 2,10 |
| Valor n50 recomendado para construção de elevado desempenho: | 0,80 |
| Valor n50 estimado com base na classe de permeabilidade ao ar das janelas e caixas de estore: | 6,29 |

3 - Estimar características das aberturas de admissão de ar da fachada

(Ajuda)

| | |
|--|------|
| Indicar caudal mínimo de ar novo pretendido (h-1): | 0,50 |
| Dimensionar grelhas com Frínchas? | Sim |

| | |
|--|--------|
| Caudal nominal das grelhas: | 97m3/h |
| Grelhas auto-reguláveis a não mais de: | 2 Pa |

| Valores calculados para os diversos tipos de grelhas | Fixa ou regulável manualmente | Auto-regulável a 2 Pa | Auto-regulável a 10 Pa | Auto-regulável a 20 Pa |
|--|-------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Caudal nominal das grelhas (m3/h) | 165 cm2 | 97 m3/h | 144 m3/h | 205 m3/h |
| Caudal nominal das grelhas/Volume da fração (h-1) | 165 cm2 | 0.14 h-1 | 0.2 h-1 | 0.29 h-1 |

Isolamento sonoro: Avaliar para um compartimento, o mais desfavorável e com maior área envidraçada. Ajustar valores nas células a amarelo.

| | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------|---------------------|----|
| Zona | Sensível | Area da fachada (m2) | 7,5 | |
| Correcção | Ctr | Area da janela (m2) | 2,3 | |
| Tipo folhas: | Deslizar | Vol. compartimento (m3) | 40,5 | |
| Tipo vidro | 4-6-4 (30,-1,-3) | | -1 | -4 |
| Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB)) | 1 | | | |
| Grelha de ventilação | Com atenuação aberta (36,-1,-3) | 40 | -1 | -4 |
| Tipo de parede | Dupla 11+15 (50dB) | | | |
| | A | Rw (Ctr) | | |
| | (m2) | (dB) | | |
| Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB)) | 1 | 37 | Rw vidro | 30 |
| Vedação das juntas janela vão (k) | Boa | | C | -1 |
| Janela (Área (m2)/Rw(Ctr) | 2,3 | 26 | Ctr | -3 |
| Parede (Área (m2)/Rw(Ctr) | 5,3 | 50 | IGU Rw+Correcção | 27 |
| Fachada (Área (m2)/Rw(Ctr) | 7,5 | 30 | Janela Rw+Correcção | 26 |
| Fachada D2m,n,T,W (dB) | | 28 | | |

| | | |
|---|----|--------------|
| Resultados: isolamento sonoro | | |
| Isolamento fachada (D2m,n,T,W) | 28 | |
| Isolamento mínimo requerido (D2m,n,T,W) | 28 | Satisfatório |

Síntese:

Grelhas fixas com 750 cm2 de área livre. As grelhas devem ser 'uniformemente' distribuídas pelas diferentes fachadas. As grelhas devem ter um isolamento sonoro (Dnei) não inferior a 36 (-1,-3) dB.

RELATÓRIO DE PERITAGEM

Avaliação do desempenho energético e identificação de medidas correctivas e de melhoria em edifícios existentes para habitação ou pequenos serviços realizada no âmbito do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios (SCE), Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto.

| | |
|------------------------|---|
| Elaborado por | António Cardoso Moraes dos Santos Lessa |
| Perito Qualificado n.º | PQ01356 |
| Data | 07/03/2014 |

DADOS DO IMÓVEL

Morada/Localização:

Rua Nossa Senhora Do Ó, nr. 859

Código Postal:

4480-511

Concelho:

Vila do Conde



CONTEÚDO

- | | |
|----|---|
| 1 | INTRODUÇÃO |
| 2 | IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL |
| 3 | DOCUMENTAÇÃO |
| 4 | VISTORIA |
| 5 | LEVANTAMENTO DIMENSIONAL |
| 6 | PONTES TÉRMICAS |
| 7 | COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA SUPERFICIAL |
| 8 | RENOVAÇÃO DO AR INTERIOR |
| 9 | FACTOR SOLAR DO ENVIDRAÇADO |
| 10 | CLASSE DE INÉRCIA TÉRMICA |
| 11 | CONTRIBUIÇÃO DE SISTEMAS DE COLECTORES SOLARES (Esolar) |
| 12 | CONTRIBUIÇÃO DE OUTRAS ENERGIAS RENOVÁVEIS (Eren) |
| 13 | SISTEMAS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E PREPARAÇÃO DE AQS |
| 14 | MEDIDAS DE MELHORIA |
| 15 | ANEXO I - DOCUMENTAÇÃO DO IMÓVEL OBTIDA E ANALISADA PELO PQ |
| 16 | ANEXO II - DECLARAÇÃO ASSINADA PELO PROPRIETÁRIO |
| 17 | ANEXO III - REGISTO FOTOGRÁFICO |
| 18 | ANEXO IV - PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS |

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório visa sintetizar o trabalho de peritagem realizado, no âmbito do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE), Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto, para avaliação do desempenho energético e da qualidade do ar interior de um edifício.

A avaliação realizada teve por base a metodologia definida pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto, complementada com Despacho (extrato) nº 15793-E/2013 de 3 de Dezembro, relativo às regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes.

O relatório de peritagem é parte integrante do processo de certificação do imóvel em análise e a sua existência constitui uma condição necessária à emissão e registo de respectivo certificado energético.

2. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

O imóvel objecto da presente peritagem corresponde ao edifício ou fracção autónoma do edifício identificada detalhadamente no **Anexo V**.

3. DOCUMENTAÇÃO

Com o objectivo de obter a melhor informação disponível sobre o imóvel e assim assegurar o maior rigor possível da análise efectuada, foi formalmente solicitado ao proprietário (ou seu representante) o fornecimento de um conjunto de documentos úteis para efeitos da peritagem realizada.

Toda a informação recolhida foi utilizada exclusivamente para efeitos da certificação do presente imóvel e será mantida em registo confidencial, por um período máximo de 5 anos, para efeitos de eventual verificação em contexto de fiscalização do trabalho do perito qualificado pela entidade responsável no SCE.

A documentação facultada está listada no **Anexo I** do presente relatório.

4. VISTORIA

A visita obrigatória ao imóvel teve lugar em 14-4-2014.

No **Anexo II** consta a declaração comprovativa, assinada pelo proprietário ou seu representante, da visita realizada à fracção em estudo.

A fracção encontra-se desocupada.

Para além da recolha de informação essencial ao processo de certificação, a vistoria realizada permitiu também confirmar a autenticidade e actualidade da informação constante na documentação recolhida.

Na vistoria acedeu-se a todos os espaços úteis e não úteis da fracção, sempre que tal se mostrou exequível.

Verificou-se na vistoria que não existem evidências do imóvel ter sido objecto de qualquer reabilitação térmica ou reforço de isolamento.

Foi igualmente possível confirmar a inexistência de qualquer indício de patologias construtivas que afectem o desempenho térmico, o conforto e a salubridade dos espaços.

Equipamentos e componentes com influência na eficiência térmica ou na qualidade do ar interior - não se encontram instalados.

Toda a vistoria realizada foi documentada através de um relatório fotográfico do interior e do exterior do imóvel, do qual constam no **Anexo III** alguns dos registos que ilustram as principais soluções construtivas e equipamentos instalados.

| 5.LEVANTAMENTO DIMENSIONAL | |
|---|--|
| Durante a vistoria foi efectuado o levantamento dimensional das áreas do imóvel pela medição directa das principais dimensões do interior. | |
| Regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional, de acordo com o Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013: | |
| Foram introduzidas regras de simplificação na medição da fracção. | |
| Parâmetro | Regras de Simplificação |
| Área interior útil de pavimento | Não foram adoptadas simplificações na determinação da área útil de pavimento. |
| Área de parede (interior e exterior) | Não foram adoptadas simplificações na determinação da área de parede (interior e exterior). |
| Área de pavimento (interior e exterior) | Não foram adoptadas simplificações na determinação das áreas de pavimento (interior e/ou exterior). |
| Área de cobertura (interior e exterior) | Não foram adoptadas simplificações na determinação da área de cobertura (interior e exterior). |
| Pé-direito médio | Para o pé-direito foi adoptado um valor médio aproximado, estimado em função das áreas de pavimento associadas. |
| Áreas de portas (interiores e exteriores) | Foram adoptadas simplificações na determinação das áreas de portas (interiores e exteriores). |
| | A área das portas de envolvente com uma área envidraçada inferior a 25% foram incluídas na secção corrente da envolvente opaca contígua. |
| | A área das portas de envolvente com uma área envidraçada superior a 25% foram tratadas globalmente como um vão envidraçado. |
| Os espaços não úteis em contacto com a fracção encontram-se descritos no Anexo IV , conjuntamente com as folhas de cálculo regulamentares. | |
| No ANEXO IV consta uma planta ilustrativa do levantamento dimensional realizado durante a visita. | |
| No mesmo anexo incluem-se alguns elementos e dimensões características do imóvel em estudo. | |

6. PONTES TÉRMICAS

Não existem elementos que permitam identificar e medir as pontes térmicas planas na envolvente, pelo que se optou pela majoração em 35% das perdas associadas à envolvente corrente.

Na identificação e quantificação das perdas associadas às pontes térmicas lineares, foi adoptado um dos métodos previstos no REH, tendo sido determinados os valores para os respectivos desenvolvimentos lineares que constam nas folhas ou programa de cálculo regulamentar que complementam o presente relatório.

7. COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA SUPERFICIAL

No **Anexo III** encontram-se algumas imagens que evidenciam algumas características das soluções existentes.

De notar que, para determinação do valor de U das diferentes soluções construtivas, foi prioritariamente considerada toda a informação disponível sobre as características técnicas dos elementos que as constituem. Apenas na ausência de informação específica, se recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, tendo, nesses casos, utilizado as melhores opções aplicáveis e em coerência com a informação recolhida no local aquando da vistoria ao imóvel.

8. RENOVAÇÃO DE AR INTERIOR

A renovação do ar interior no imóvel processa-se com base em ventilação Natural.

No campo respectivo do certificado energético são indicados os pressupostos de base ao cálculo das renovações por hora da fracção em estudo.

9. FACTOR SOLAR DO ENVIDRAÇADO

No **Anexo III** encontram-se igualmente imagens que evidenciam algumas características dos vãos existentes.

10. CLASSE DE INÉRCIA TÉRMICA

A classe da inércia considerada para o imóvel foi forte

Para determinação da classe de inércia foram utilizadas as simplificações previstas no Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013.

As evidências recolhidas, que permitem suportar as considerações relativamente à inércia térmica considerada, constam do **Anexo III**.

11. CONTRIBUIÇÃO DE SISTEMAS DE COLECTORES SOLARES (Esolar)

O imóvel em estudo não dispõe de sistemas de colectores solares.

12. CONTRIBUIÇÃO DE OUTRAS ENERGIAS RENOVÁVEIS (Eren)

O imóvel em estudo não dispõe de outros sistemas de energia renovável.

| 13.SISTEMAS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E PREPARAÇÃO DE AQS | |
|---|--|
| Sistemas de Aquecimento | Não existe sistema de aquecimento instalado. |
| | |
| | |
| | |
| Sistemas de Arrefecimento | Não existe sistema de arrefecimento instalado. |
| | |
| | |
| | |
| Sistemas de Preparação de AQS | Esquentador a gás. |
| | Equipamento sem carácter provisório. |
| | Os sistemas instalados encontram-se em normal funcionamento. |
| | |
| <p>No Anexo III encontram-se igualmente imagens que evidenciam esses sistemas e suas características.</p> <p>De notar que, para caracterização dos equipamentos ou sistemas instalados (em particular dos respectivos valores de eficiência), foram prioritariamente consideradas todas as especificações ou catálogos técnicos disponíveis. Nos casos em que tal informação não estava disponível nos elementos fornecidos pelo proprietário, foi consultado o respectivo fornecedor ou fabricante do equipamento, com vista à obtenção dos dados necessários. Apenas na ausência de informação específica, se recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, tendo, nesses casos, utilizado as melhores opções aplicáveis e em coerência com a informação recolhida no local aquando da vistoria ao imóvel.</p> | |

| 14. MEDIDAS DE MELHORIA |
|--|
| <p>Quando aplicável, a fracção será objecto de um estudo de medidas de melhoria que visa identificar oportunidades para otimizar o desempenho energético, aumentar o conforto térmico e promover a salubridade dos espaços. O estudo de soluções segue a hierarquia de prioridades definida para o efeito, nomeadamente:</p> <p>Correcção de patologias construtivas;</p> <p>Redução das necessidades de energia útil por intervenção na envolvente;</p> <p>Utilização de energias renováveis;</p> <p>Melhoria da eficiência dos sistemas.</p> <p>As medidas de melhoria são descritas detalhadamente no campo respectivo do certificado energético.</p> |

15. ANEXO I - DOCUMENTAÇÃO SOBRE O IMÓVEL OBTIDA E ANALISADA PELO PQ

Documentação entregue:

| | |
|--|-----|
| Caderneta predial urbana | Sim |
| Certidão de registo na conservatória | Sim |
| Projecto de arquitectura | Não |
| Projecto de estruturas | Não |
| Projecto de comportamento térmico | Não |
| Projecto de especialidades de águas e esgotos | Não |
| Ficha técnica da habitação | Não |
| Ficha técnica dos sistema(s) e/ou equipamento(s) instalado(s) para a preparação de águas quentes sanitárias. | Não |
| Ficha técnica dos sistema(s) e/ou equipamento(s) instalado(s) para climatização (aquecimento e/ou arrefecimento) | Não |
| Especificações técnicas dos materiais e/ou sistemas construtivos utilizados | Não |
| Contrato de manutenção do sistema solar | Não |
| Declarações de técnicos credenciados | Não |
| Fichas de inspecção de sistemas de ar condicionado e/ou caldeiras | Não |
| Outra documentação: | Não |

16. ANEXO II - DECLARAÇÃO ASSINADA PELO PROPRIETÁRIO OU REPRESENTANTE



Certificação Energética
e Ar Interior
EDIFÍCIOS



ADENE
AGÊNCIA PARA A ENERGIA

ORIGINAL
(a remeter via "upload"
pelo Perito Qualificado)

Declaração de visita à fracção no âmbito do Sistema de Certificação Energética

(Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto e Portaria 349-A/2013 de 29 de novembro)

Eu, Lorde Sousa (nome do declarante), titular do BI /
Cartão de Cidadão / Passaporte (riscar o não aplicável) com o n.º 50 4521 34 00 na qualidade de *
do imóvel sito em Trovisal
concelho de Castro pela presente declaro que:

- a) O Perito Qualificado António Leão (nome
esteve presente no imóvel acima indicado no dia 16/4/2014, entre as 16:00 (hora de início) e
as 13:00 (hora final), onde realizou a vistoria obrigatória para efeitos de emissão do respectivo
Certificado Energético;
- b) O técnico apresentou, no momento da vistoria, o seu cartão de identificação de Perito Qualificado com
o n.º 2001356;
- c) Previamente ao início da visita, o Perito Qualificado explicou sucintamente o objectivo da mesma, bem
como, em que consistiria a sua vistoria ao local;
- d) Autorizo a recolha de imagens durante a vistoria unicamente para os fins de constituição do processo
de peritagem e posterior evidência, da análise e pressupostos de cálculo assumidos, não podendo as
mesmas ser reveladas a entidades terceiras à gestão e supervisão do Sistema Nacional de
Certificação Energética dos Edifícios ("SCE") sem o meu consentimento e nos termos da lei actual-
mente em vigor;
- e) Autorizo o perito qualificado a manter uma cópia de toda a documentação facultada ao mesmo para
realização da peritagem, desde que a mesma seja usada exclusivamente para os efeitos previstos no
âmbito do SCE, não sendo revelados a entidades terceiras à sua gestão e supervisão os dados nel-
contidos sem o meu consentimento, nos termos da lei actualmente em vigor.

Observações: _____

_____, de _____ de _____

O Perito Qualificado

António Leão

O Proprietário

[Assinatura]

* Indicar a qualidade na qual está a acompanhar ou a ceder o acesso ao perito para a visita ao imóvel, por exemplo: proprietário, co-
proprietário, familiar do proprietário, agente imobiliário, etc.. No caso de o proprietário delegar a sua representatividade a terceiros
deverá obrigatoriamente ser anexa documentação de suporte que comprove essa delegação.

Endereço empresa/entidade: _____

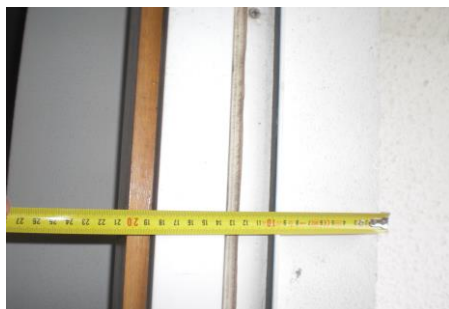
Telefone de contacto: Fixo _____ Móvel _____

Modelo DeclVisita REH v.0

17. ANEXO III - REGISTO FOTOGRÁFICO



Esp. Env. Ext.



Esp. Env. Ext.



Esquentador a gás



Vão envidraçado exterior



Vão envidraçado exterior



Vão envidraçado exterior



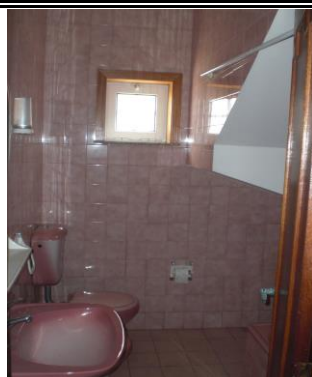
Vão envidraçado exterior



Vão envidraçado exterior



Vão envidraçado exterior



Vão envidraçado exterior




Vão envidraçado exterior



Vão envidraçado exterior

REGISTO FOTOGRÁFICO (continuação)

| | | |
|---|--|---|
|  |  |  |
| Vão envidraçado exterior | Vão envidraçado exterior | Vão envidraçado exterior |

| | | |
|--|--|--|
|  | | |
| Vão envidraçado horizontal exterior | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

REGISTO FOTOGRÁFICO (continuação)

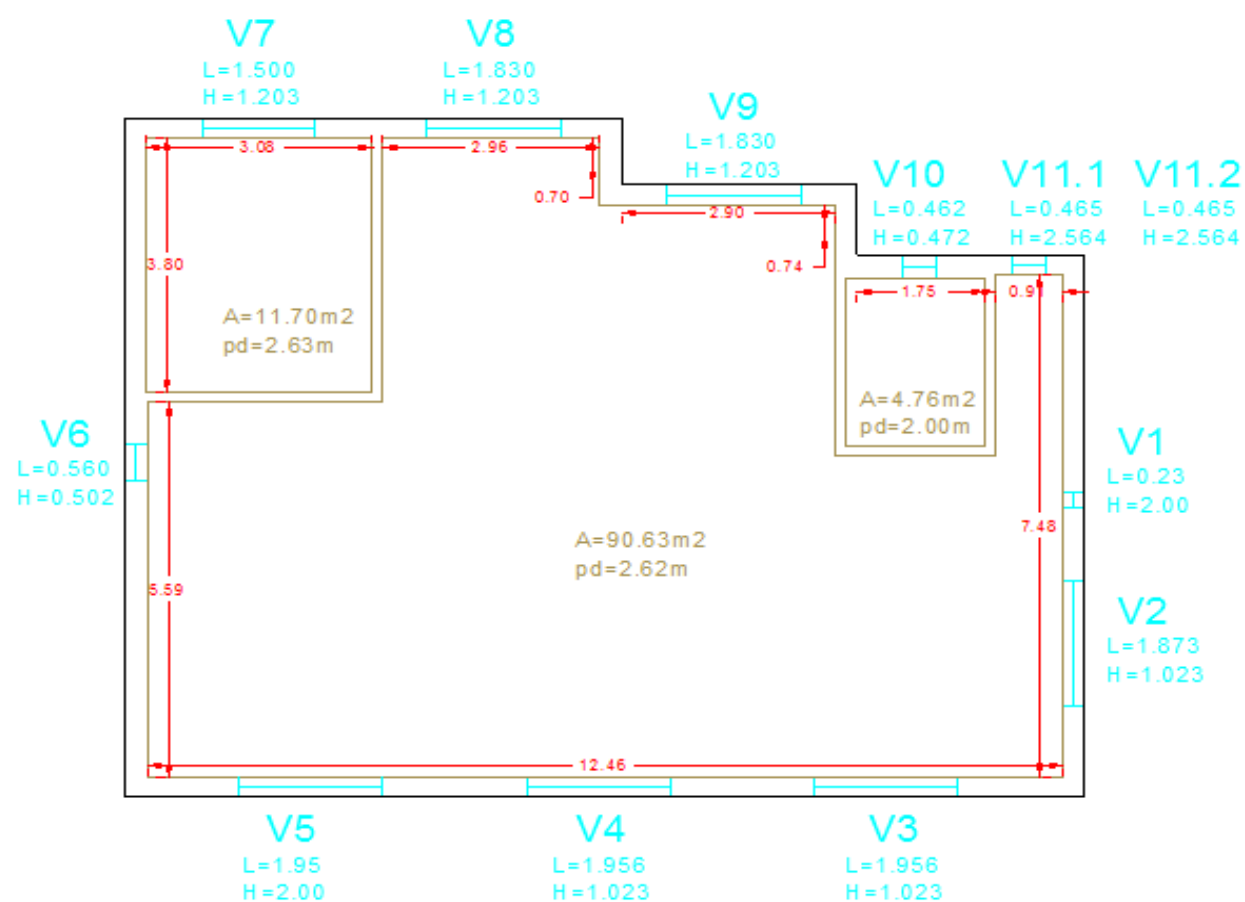
| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

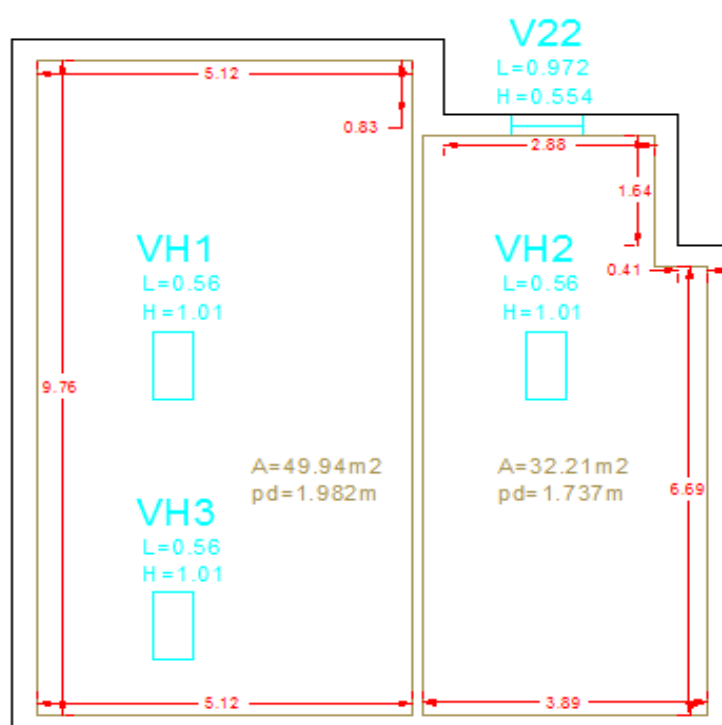
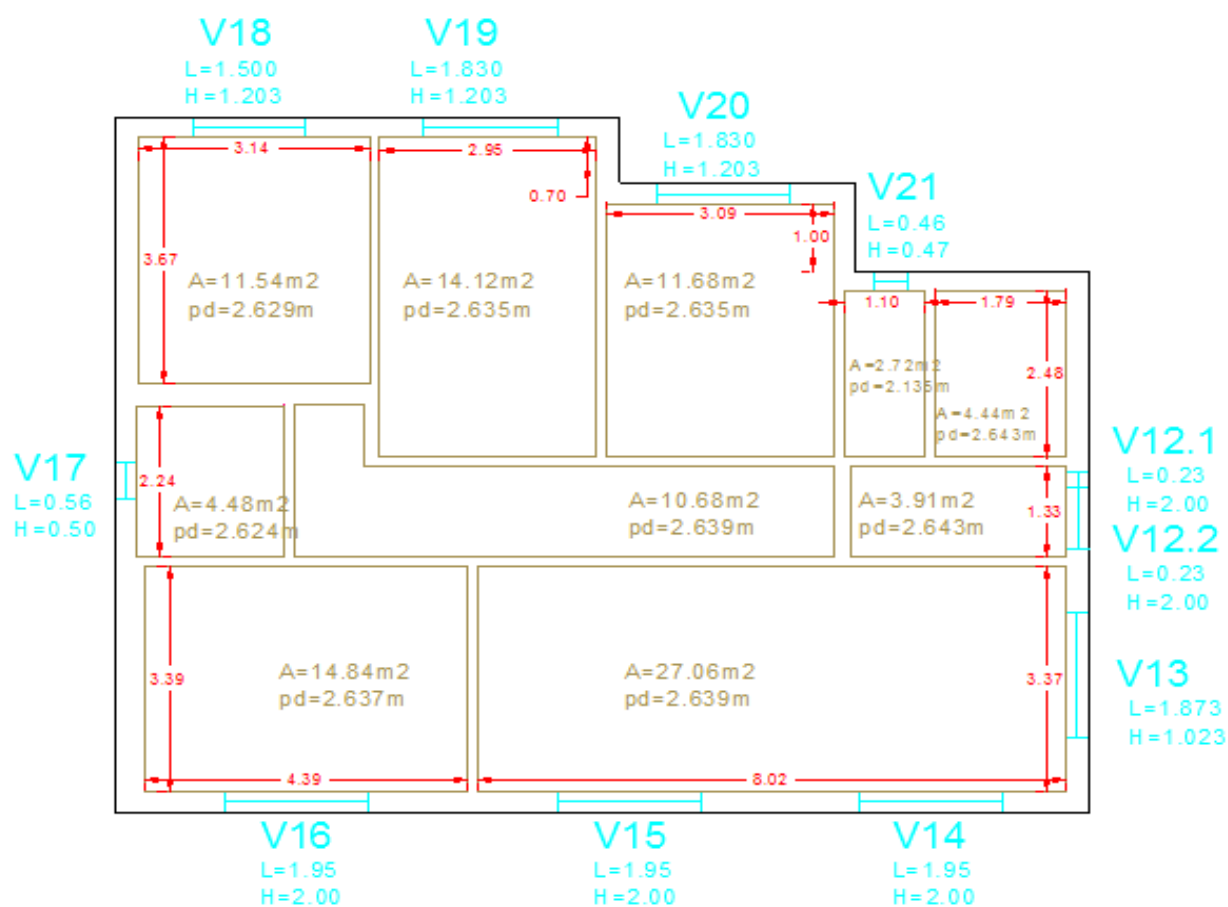
| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

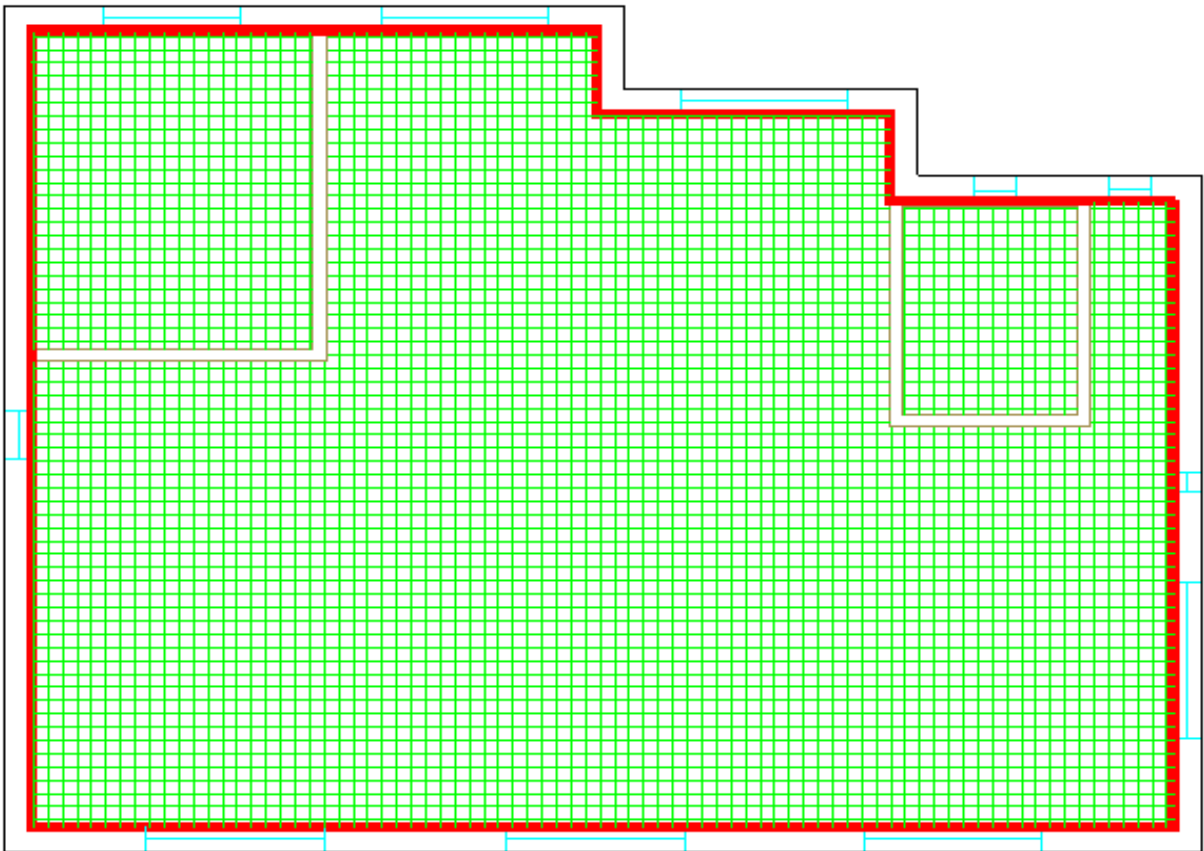
18. ANEXO IV - PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS



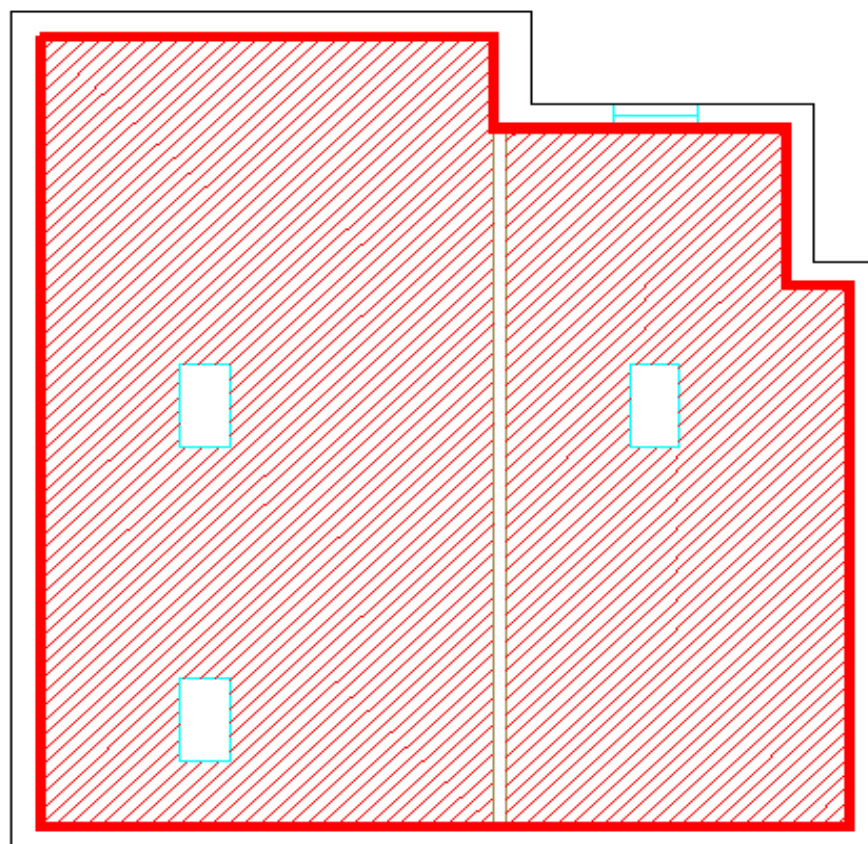
PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS (continuação)










PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS (continuação)







PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS (continuação)



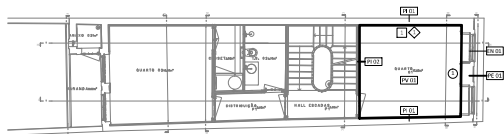
-  Pavimento com requisito exterior
-  Tecto com requisito exterior
-  Pavimento interior com requisito interior
-  Tecto interior com requisito interior
-  Pavimento sem requisito
-  Tecto sem requisito
-  Pavimento interior com requisito de exterior
-  Tecto interior com requisito de exterior

LEGENDA :

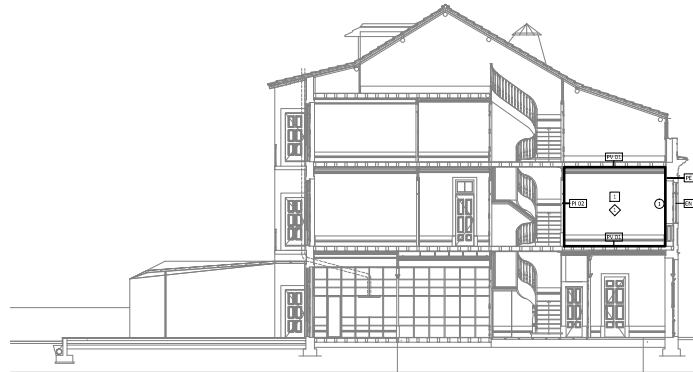
-  - Envolvente com requisito de exterior
-  - Envolvente interior com requisito de interior
-  - Envolvente sem requisitos
-  - Envolvente interior com requisito de exterior

ANEXO II – CONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

ANEXO II.1 – CASO A



Planta do Piso 1
Escala 1:100



Corte II
Escala 1:100

PORMENORES CONSTRUTIVOS

| | | | |
|--|---|--|---|
| PAREDE EXTERIOR [EXISTENTE] - PE1 Rw = 69 (-2; -7) db | PAREDE INTERIOR - PI1 Rw = 61 (-2; -7) db | PAREDE INTERIOR - PI2 Rw = 46 (0; -3) db | PAVIMENTO - PV02 Rw = 43 (-1; 5) db |
| <p>LEGENDA:</p> <ul style="list-style-type: none">Argamassa aplicada em argamassa com 2 cmParede existente em granito com 40 cmGesso projetado com 2cm | <p>LEGENDA:</p> <ul style="list-style-type: none">Reboco com 2 cmParede existente em granito com 27 cmGesso projetado com 2cm | <p>LEGENDA:</p> <ul style="list-style-type: none">Gesso projetado com 2 cmFalsoPrumo de madeiraDuplo tabuleado (vertical e diagonal) com 2 cm | <p>LEGENDA:</p> <ul style="list-style-type: none">Laje em concreto armado com 18 cmLaje em concreto armado com 18 cmLaje em concreto armado com 18 cmLaje em concreto armado com 18 cm |

PORMENORES TIPO

| | | |
|---|--|--|
| Elementos acústicos nas bases de duche S/Escala (Deverá ser Adaptado à Obra) | Elementos anti-vibráteis em Banheiras S/Escala (Deverá ser Adaptado à Obra) | LOCALIZAÇÃO DE ELEMENTOS ANTI-VIBRÁTEIS |
| | | |

| LEGENDA: | | | |
|----------|--|--|--|
| ○ | - Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea de fachada $D_{p,w,15dB}$ | | |
| □ | - Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, $D_{w,w}$ | | |
| ◇ | - Índice de isolamento sonoro a sons de condução $L_{w,w}$ | | |
| ■ | - Tempo de reverberação | | |

Nota 1:
O envidraçado FEN1 é vertical, vidro duplo incolor, com F.OAT 5 mm / câmara 12 mm AR / NEUTRALUX® 4 mm, com caixilharia em madeira. R w = 33 db

| Determinação do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea de fachada $D_{p,w,15dB}$ | | | | |
|--|-------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| 1 | Descrição Emissor | Descrição Receptor | Resultado Obtido $D_{p,w,15dB}$ (dB) | Valor Dec. Lei 96/2008 $D_{p,w,15dB}$ (dB) |
| 1 | Cabineiro | Habituação | 36 | ≥ 25 dB |

| Determinação do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea $D_{w,w}$ | | | | |
|--|--------------------|--------------------|---------------------------------|--|
| Índice | Descrição Emissor | Descrição Receptor | Resultado Obtido $D_{w,w}$ (dB) | Valor Dec. Lei 96/2008 $D_{w,w}$ (dB) (Zonas Mistas) |
| 1 | Edifício adjacente | Habituação | 60 | ≥ 50-5* = 47 |

| Determinação do índice de isolamento sonoro a sons de percussão $L_{w,w}$ | | | | |
|---|--------------------|--------------------|---------------------------------|--|
| Índice | Descrição Emissor | Descrição Receptor | Resultado Obtido $L_{w,w}$ (dB) | Valor Dec. Lei 96/2008 $L_{w,w}$ (dB) (Zonas Mistas) |
| 1 | Edifício adjacente | Habituação | 309 | ≤ 90-3* = 87 |

| | | | | | |
|---------|------------|----------------------------------|---------|---------|-------------|
| 00 | 08/04/2014 | Emissão inicial | MRA | PJM | SJS |
| Revisão | Data | Descrição concisa das alterações | Emissão | Desenho | Verificação |

Representante
RUI PEDRO AFOON DE CARVALHO

Representante
GRANJO
SOFIA
ARQUITETA

Representante
ASL
R ASSOCIADOS

Endereço do cliente
EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Localização
RUA DA TORREMANA N.º 71, PORTO

Intervenção
PROJETO DE LICENCIAMENTO

Condição
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

Plano de Trabalho
PLANTAS, CORTE E ISOMÉTRICA

Autores
Maria Rocha Almeida

Colaborador
PJM

Desenhador
PJM

Escala
1:100

Código do desenho
0225 - 00 - PL - ACU - 00 - DS - MRA - 01 - 00

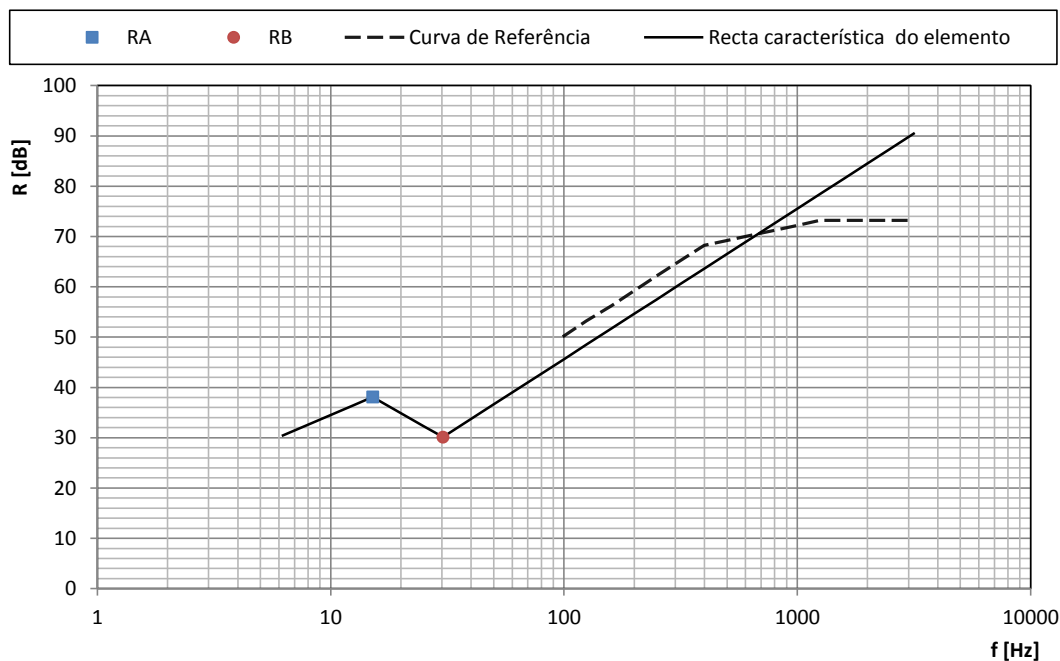
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PE01 - Parede exterior simples, existente, sem isolamento, constituída (do interior para o exterior) por gesso projetado com 0,02 m de espessura; parede de granito existente com 0,49 m de espessura; revestimento exterior existente em azulejo assente em reboco com 0,02 m de espessura.

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Alvenaria de granito | 1274,00 | 0,49 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Total | | 1330 | 0,53 |

Método de Sharp

| | |
|--|------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 4000 |
| Factor de perdas internas, η | 0,02 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 30,3 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 30,3 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 15,1 |
| R_A (dB) | 38,1 |
| R_B (dB) | 30,1 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (14.58)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -26.54 \log_{10}(x) + (69.43)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-14.18)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 69 (-2; -7)

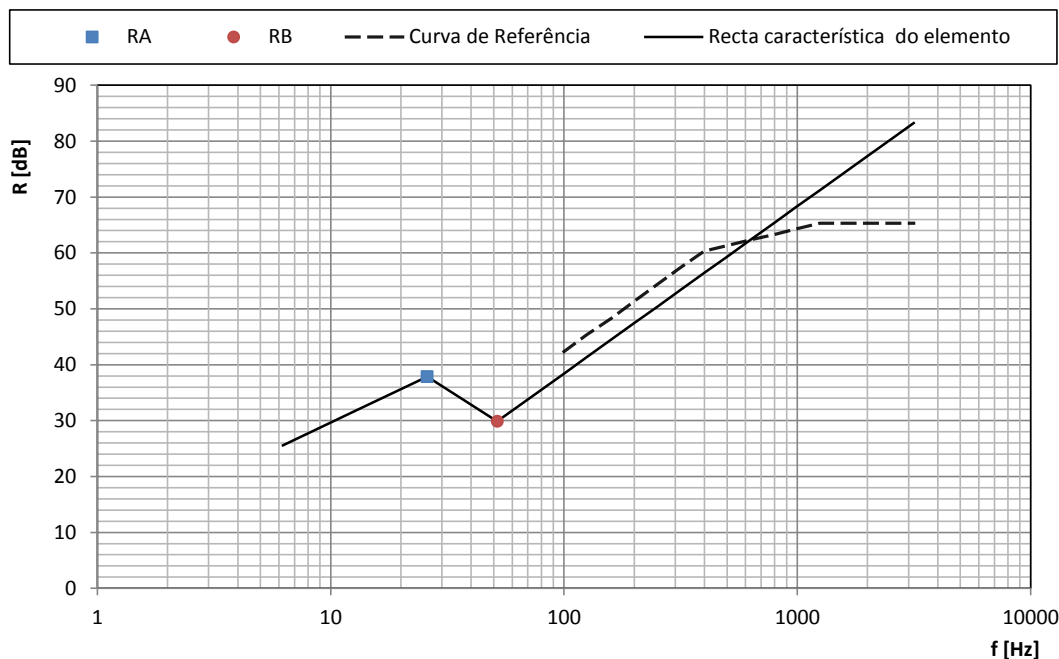
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PI01 - Parede de separação entre o interior da habitação com edifícios adjacentes (existente) com 31cm de espessura total, constituída por gesso projetado com 2,0cm de espessura; alvenaria de granito com 27cm de espessura; gesso projetado com 2,0cm de espessura.

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Alvenaria granito | 702,00 | 0,27 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Total | | 758 | 0,31 |

Método de Sharp

| | |
|--|------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 4000 |
| Factor de perdas internas, η | 0,02 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 51,8 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 51,8 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 25,9 |
| R_A (dB) | 37,9 |
| R_B (dB) | 29,9 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (9.71)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -26.54 \log_{10}(x) + (75.39)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-21.37)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 61 (-2; -7)

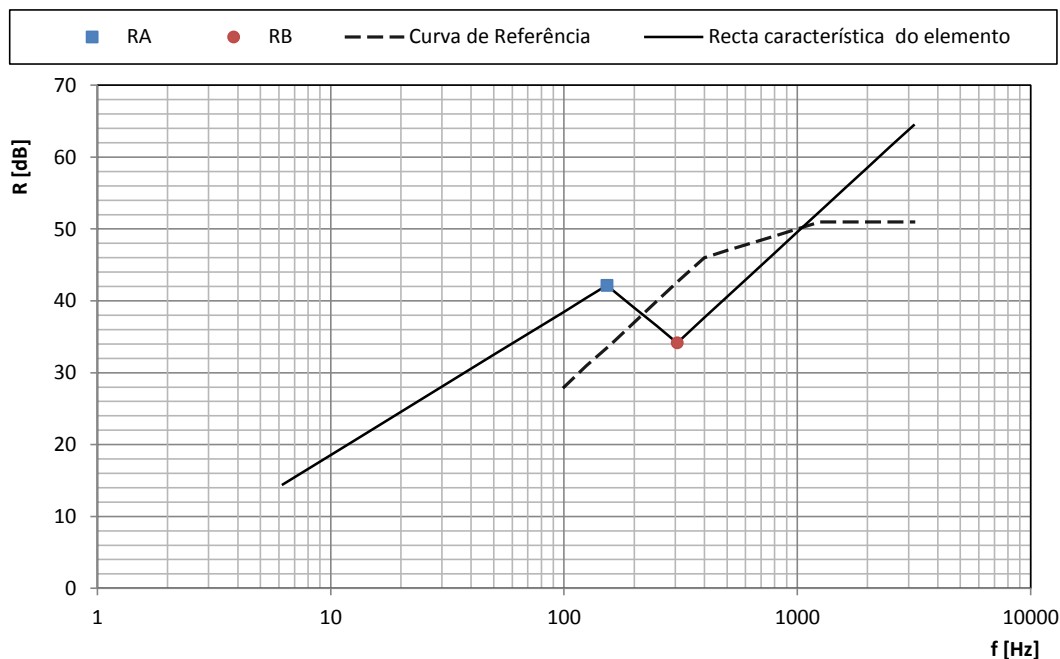
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PI02 - Parede de separação entre o interior da habitação e as escadas (existente), constituída por gesso projectado com 2,0cm de espessura; fasquio/argamassa à base de cal; duplo tabuado aplicado na vertical e diagonal, constituindo 11,0 cm de espessura de tabique; gesso projectado com 2,0cm de espessura.

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|------------------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Gesso projectado | 28,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Tabique | 154,00 | 0,11 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | Gesso projectado | 28,00 | 0,02 |
| Total | | 210 | 0,15 |

Método de Sharp

| | |
|--|-------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 1400 |
| Factor de perdas internas, η | 0,02 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 305,8 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 305,8 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 152,9 |
| R_A (dB) | 42,2 |
| R_B (dB) | 34,2 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (-1.38)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -26.54 \log_{10}(x) + (100.13)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-40.15)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 46 (0 ; -3)

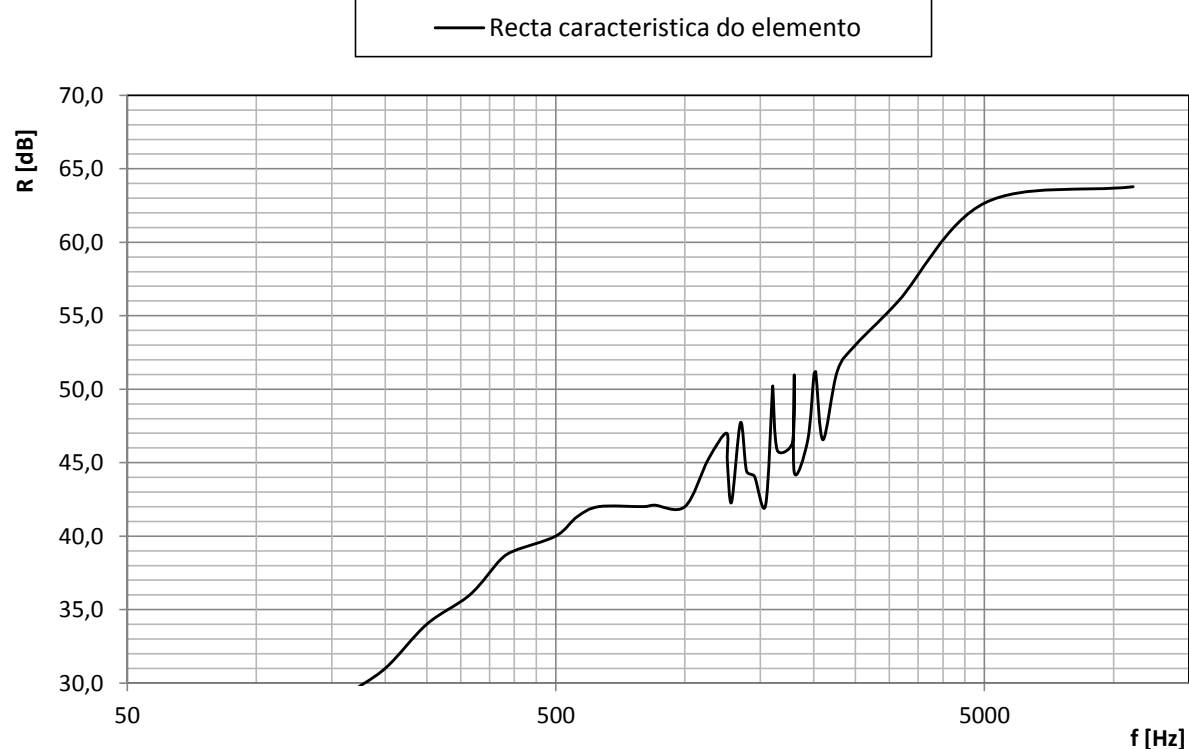
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos duplos

Elemento em análise: PV01 - Pavimento entre pisos, constituído (de cima para baixo) por soalho com 0,025 m de espessura; elementos estruturais em madeira (vigas tarugos e barrotes) em caixa-de-ar com 0,15 m de espessura; teto em gesso com 0,018 m de espessura.

| Frequência [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| R [dB] | 23 | 26 | 29 | 31 | 34 | 36 | 39 | 40 | 42 | 42 | 42 | 47 | 50 | 51 | 53 | 56 |

Método de Meisser

| | |
|----------------------------|--------|
| m_1 [kg/m ²] | 20,0 |
| espessura1 [m] | 0,025 |
| c_{L1} [m/s] | 2000 |
| η_{int1} | 0,02 |
| f_{c1} [Hz] | 1284,4 |
| m_2 [kg/m ²] | 16,2 |
| espessura2 [m] | 0,018 |
| c_{L2} [m/s] | 1700 |
| η_{int2} | 0,01 |
| f_{c2} [Hz] | 2098,8 |
| f_0 [Hz] | 72,5 |
| c [m/s] | 340 |
| d_{CxAr} [m] | 0,150 |
| d_{mA} [m] | |
| ΔL_w | |
| $\Delta L_{t, marginais}$ | |
| K | 5 |
| ΔR_w (dB) | |
| não aplicável | |
| R_w (C ; Ctr) [dB] | |
| 43 (-1 ; -5) | |



Determinação de isolamento a sons de condução aérea em fachadas

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Situação em análise: Fachada da habitação

Classificação do edifício Edifícios habitacionais, mistos e unidades hoteleiras

Zona mista

Área do elemento de separação [m²]

13,21

Volume do compartimento [m³]

57,96

Comprimento do elemento de separação [m]

3,92

Altura do elemento de separação [m]

3,37

| Elemento considerado | Parede - PE01 | Janela - EN01 | - | - | Ventilação | Cx. Estore | - |
|---------------------------|---------------|---------------|------|------|------------|------------|---|
| R_w ou $D_{n,e,w}$ [dB] | 69,0 | 33,0 | 0 | 0 | | | |
| Área [m ²] | 8,4 | 4,9 | 0,00 | 0,00 | - | - | - |
| t parciais | 0,0002 | | | | 0,00 | | |

10 x Log (V/ 6 x T₀ x S) [dB]

1,65

T₀ [s]

0,50

Transm. marginal [dB]

-2

ΔL_{fs}

-1

D_{2 m, nT, w}

36

≥

33 dB

OK!

| | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|--|--|------------|--|
| Determinação de isolamento a sons de condução aérea e de percussão entre compartimentos do mesmo piso | | | | | | | | | |
| Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE | | | | | | | | | |
| Situação em análise: | | Edifício Adjacente - Habitação | | | | | | | |
| Classificação do edifício | | Edifícios habitacionais, mistos e unidades hoteleiras | | | | | | Zona mista | |

| Elemento | R _w [dB] | m [kg / m ²] | ΔR _w [dB] | | m _{separação} | Junta Rígida | | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|----------|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Emissor | Receptor | | Tipo | K _{Ff} [dB] | K _{Fd} [dB] | K _{Df} [dB] |
| Parede separação - PI01 | 61,0 | 758,0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| Parede lateral - PE01 | 69,0 | 1330,0 | 0 | 0 | 0,6 | T | 2,6 | 6,0 | 6,0 |
| Parede lateral - PI02 | 46,0 | 210,0 | 0 | 0 | 3,6 | T | 15,3 | 7,5 | 7,5 |
| Laje tecto - PV01 | 43,0 | 36,2 | 0 | 0 | 0,0 | X | 236,7 | 373,5 | 373,5 |
| Laje pavimento - PV01 | 43,0 | 36,2 | 0 | 0 | 0,0 | X | 236,7 | 373,5 | 373,5 |

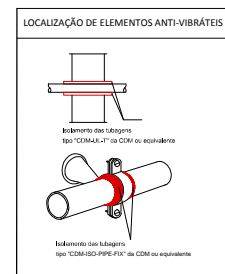
| | | | |
|--------------------------------------|------|--------------------------|------|
| Altura do elemento de separação [m] | 3,37 | Volume [m ³] | 58,0 |
| Largura do elemento de separação [m] | 4,37 | T ₀ [s] | 0,5 |

| Parede separação | | Parede lateral 1 | | Parede lateral 2 | | Laje tecto | | Laje pavimento | |
|------------------------|-------|--------------------------|------|--------------------------|------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| R _w (PL1-d) | 77,4 | R _w (PL1-PL1) | 78,0 | R _w (PL2-PL2) | 67,7 | R _w (T-T) | 285,0 | R _w (P-P) | 285,0 |
| R _w (PL2-d) | 67,4 | | | | | | | | |
| R _w (T-d) | 430,8 | R _w (D-PL1) | 77,4 | R _w (D-PL2) | 67,4 | R _w (D-T) | 430,8 | R _w (D-P) | 430,8 |
| R _w (P-d) | 430,8 | | | | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------|------|--------------------------|-------|------------------------|-----|
| R' _w [dB] | 58,6 | 164 - 35 x log (m') [dB] | 109,4 | Regulamentar: | |
| ΔTM [dB] | 2 | ΔL _w [dB] | 0,0 | D _{nT,w} [dB] | 60 |
| m _{pavimento} | 36,2 | | | L' _{n,w} [dB] | 109 |

| | | | |
|----|-----|----|-----|
| 50 | OK! | 60 | KO! |
|----|-----|----|-----|

ANEXO II.2 – CASO B



| Determinação do índice de isolamento sonoro-a sons de perturbação L _{wp} | | | | | |
|---|-------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| Índice / | Descrição Emissor | Descrição Receptor | Resultado Obtido L _{wp} (dB) | Valor Dec. de 96/2008 (2 zonas-Metro) | Resultado |
| 1 | Comércio | Habituação Piso 1 | 65 | ≥ 50+3*+63 | Não cumpre |
| 2 | Caixa de escadas | Habituação Piso 1 | 114 | ≥ 60+3*+63 | Não cumpre |
| 3 | Habituação Piso 2 | Habituação Piso 1 | 78 | ≥ 60+3*+63 | Não cumpre |

Código do desenho 0246 - 00 - PE - ACU - 00 - DS - RGR - 01 - 0

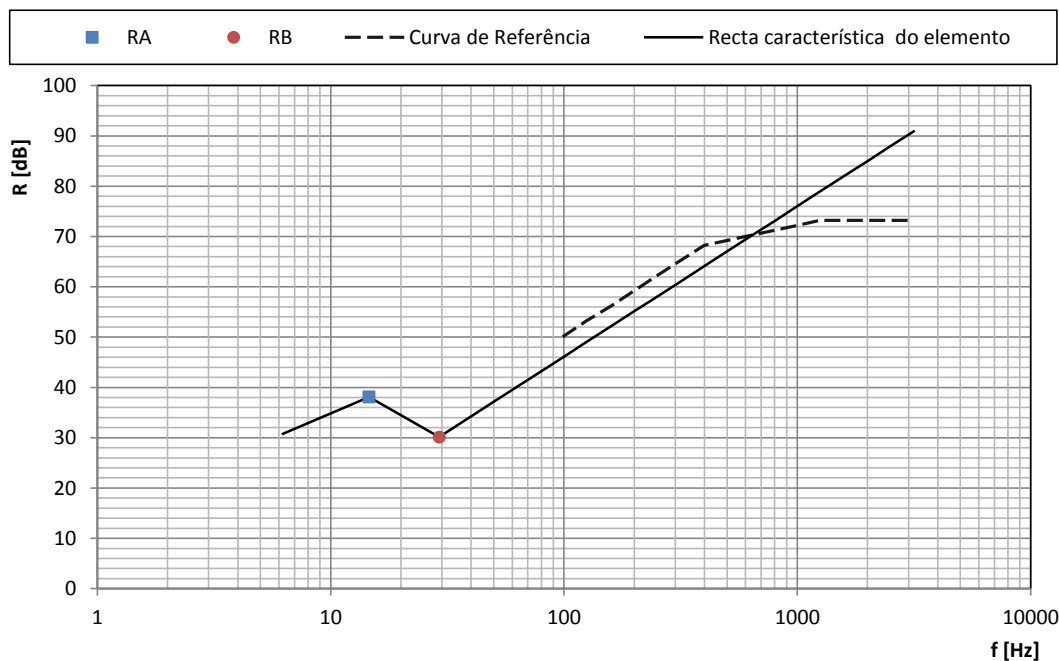
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PE01 - Parede exterior simples, existente, sem isolamento, constituída (do interior para o exterior) por gesso projetado com 0,02 m de espessura; parede de granito existente com 0,51 m de espessura; revestimento exterior em reboco com 0,02 m de espessura.

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Alvenaria de granito | 1326,00 | 0,51 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Total | | 1382 | 0,55 |

Método de Sharp

| | |
|--|------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 4000 |
| Factor de perdas internas, η | 0,02 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 29,2 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 29,2 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 14,6 |
| R_A (dB) | 38,1 |
| R_B (dB) | 30,1 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (14.91)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -26.54 \log_{10}(x) + (69.01)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-13.69)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 69 (-2; -7)

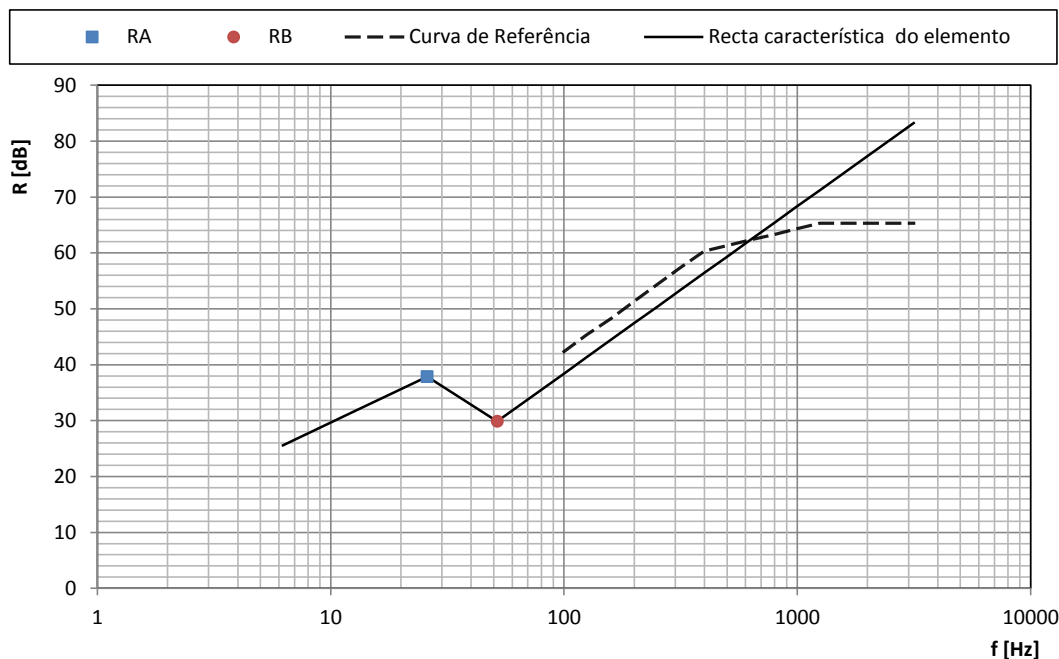
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PI01 - Parede de separação entre o interior da habitação com edifícios adjacentes (existente) com 31cm de espessura total, constituída por gesso projetado com 2,0cm de espessura; alvenaria de granito com 27cm de espessura; gesso projetado com 2,0cm de espessura.

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Alvenaria granito | 702,00 | 0,27 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Total | | 758 | 0,31 |

Método de Sharp

| | |
|--|------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 4000 |
| Factor de perdas internas, η | 0,02 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 51,8 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 51,8 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 25,9 |
| R_A (dB) | 37,9 |
| R_B (dB) | 29,9 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (9.71)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -26.54 \log_{10}(x) + (75.39)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-21.37)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 61 (-2; -7)

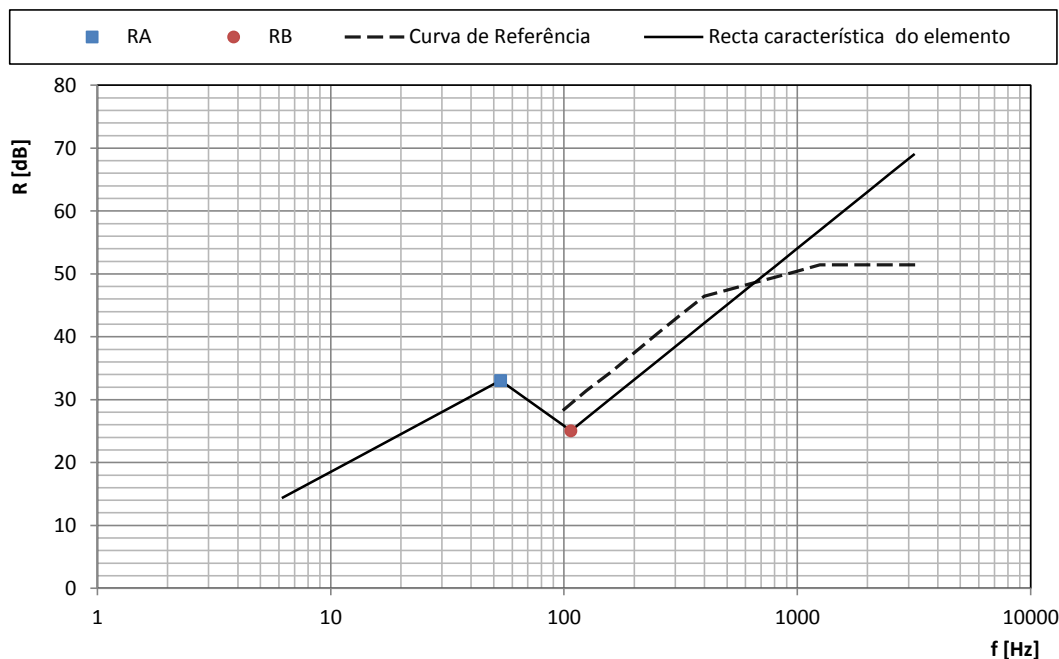
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PI02 - Parede de separação entre o interior da habitação e a caixa de escadas (existente), constituída por gesso projetado com 2,0cm de espessura; fasquio/argamassa à base de cal; duplo tabuado aplicado na vertical e diagonal, constituindo 11,0 cm de espessura; isolamento de lã mineral com 7,0 cm de espessura; placa dupla de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura cada.

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|----------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Tabique | 154,00 | 0,11 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Total | | 210 | 0,15 |

Método de Sharp

| | |
|--|-------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 4000 |
| Factor de perdas internas, η | 0,02 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 107,0 |
| $f_B = F_c$ (Hz) | 107,0 |
| $f_A = F_B/2$ (Hz) | 53,5 |
| R_A (dB) | 33,0 |
| R_B (dB) | 25,0 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (-1.41)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -26.54 \log_{10}(x) + (78.91)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-35.64)$$

$$\Delta R_w \text{ (dB)} = 12$$

$$R_w \text{ (C;Ctr) (dB)} = 47 \text{ (-2 ; -7)}$$

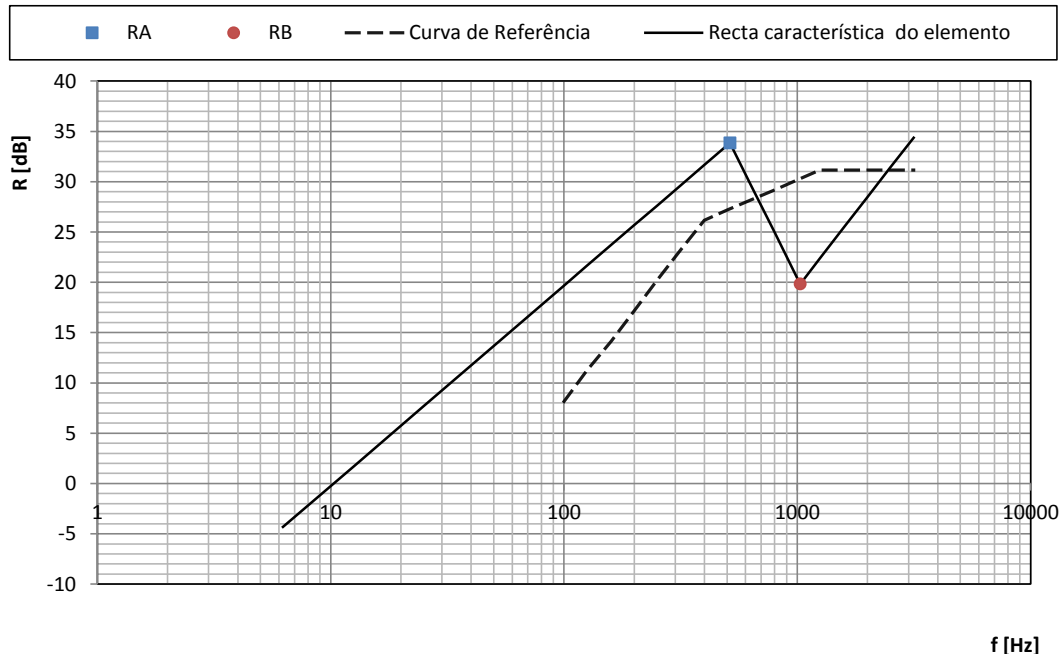
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PI03 - Parede exterior existente da fracção de serviços em contacto com hall de entrada com 12mm de espessura total, constituída por vidro simples laminado, MULTIPACT ®55.2 .

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|----------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | | | |
| Elemento interno (mais pesado) | Vidro | 24,00 | 0,01 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | | | |
| Total | | 24 | 0,01 |

Método de Sharp

| | |
|--|--------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 5200 |
| Factor de perdas internas, η | 0,005 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 1029,2 |
| $f_B = F_c$ (Hz) | 1029,2 |
| $f_A = F_B/2$ (Hz) | 514,6 |
| R_A (dB) | 33,9 |
| R_B (dB) | 19,8 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (-20.19)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -46.54 \log_{10}(x) + (160.05)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-70.23)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 27 (-2 ; -3)

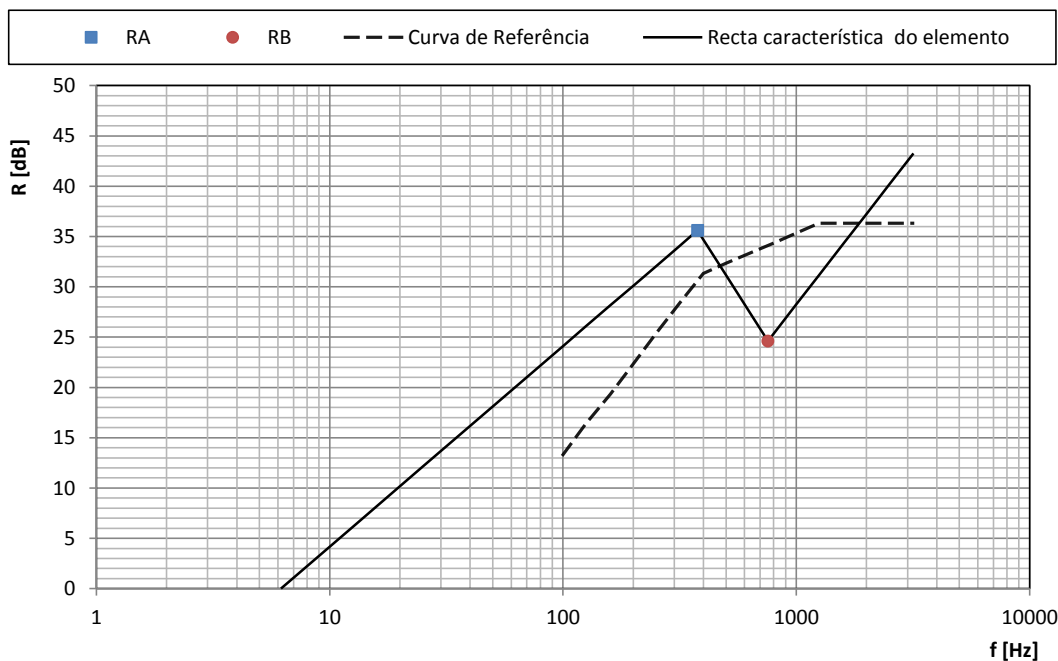
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PRT - Portas exteriores e para caixa de escadas

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|----------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Madeira | 40,00 | 0,05 |
| Elemento interno (mais pesado) | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | | | |
| Total | | 40 | 0,05 |

Método de Sharp

| | |
|--|-------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 1700 |
| Factor de perdas internas, η | 0,01 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 755,6 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 755,6 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 377,8 |
| R_A (dB) | 35,6 |
| R_B (dB) | 24,6 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (-15.76)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -36.54 \log_{10}(x) + (129.78)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-61.45)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 32 (-1 ; -3)

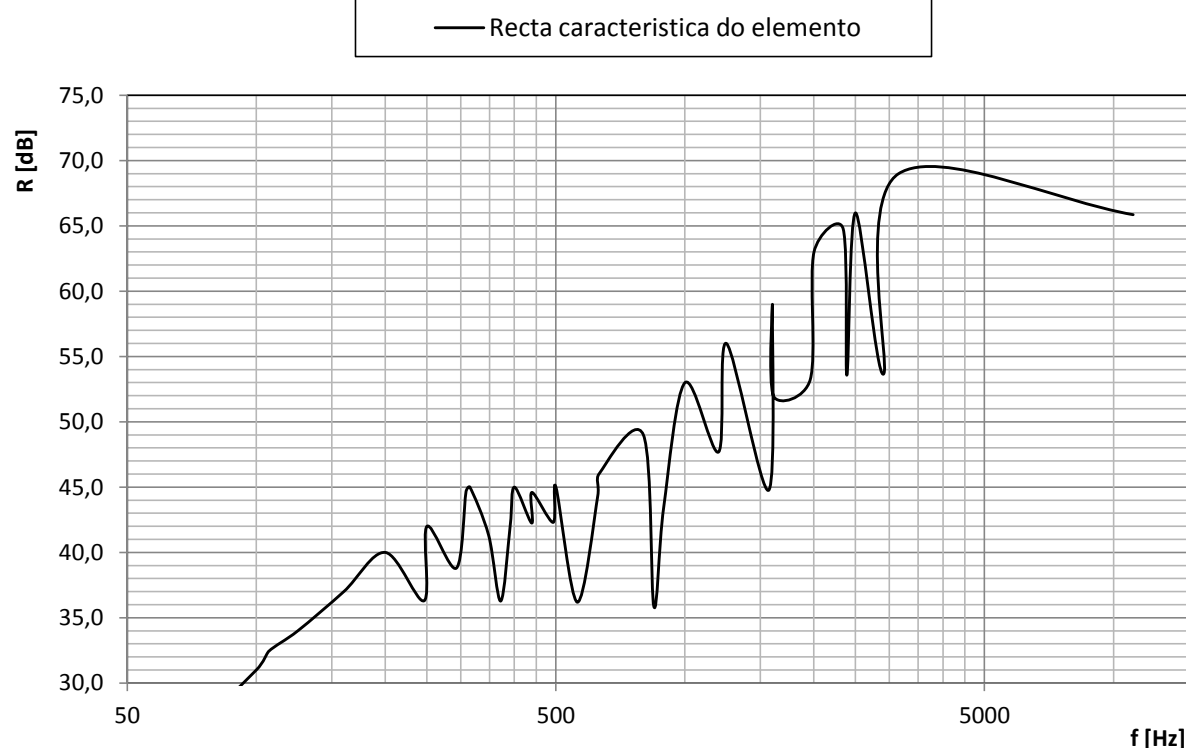
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos duplos

Elemento em análise: PV01 - Pavimento entre a fração de serviços e a habitação, constituída (de cima para baixo) por soalho em madeira com 2,0cm de espessura; manta resiliente do tipo CDM-ISO-MAT CDM 43.015/7 com 15mm de espessura; placa de osb com 0,016 m de espessura; elementos estruturais em madeira (vigas tarugos e barrotes) em caixa-de-ar com 69 cm de espessura parcialmente preenchida com isolamento acústico em lã de rocha com 8cm de espessura; teto falso acústico do tipo Rigton 15/30, ou equivalente com 1,3cm de espessura.

| Frequência [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| R [dB] | 31 | 34 | 37 | 40 | 42 | 45 | 45 | 45 | 46 | 49 | 53 | 56 | 59 | 63 | 66 | 69 |

Método de Meisser

| | |
|----------------------------|-------|
| m_1 [kg/m ²] | 26,4 |
| espessura1 [m] | 0,036 |
| c_{L1} [m/s] | 2000 |
| η_{int1} | 0,02 |
| f_{c1} [Hz] | 892,0 |
| m_2 [kg/m ²] | 11,7 |
| espessura2 [m] | 0,013 |
| c_{L2} [m/s] | 1700 |
| η_{int2} | 0,01 |
| f_{c2} [Hz] | 2906 |
| f_0 [Hz] | 35,5 |
| c [m/s] | 340 |
| d_{CxAr} [m] | 0,690 |
| d_{mA} [m] | 0,080 |
| ΔL_w | |
| $\Delta L_{t. marginais}$ | |
| K | 9 |
| ΔR_w (dB) | |
| não aplicável | |
| R_w (C ; Ctr) [dB] | |
| 51 (-2 ; -6) | |



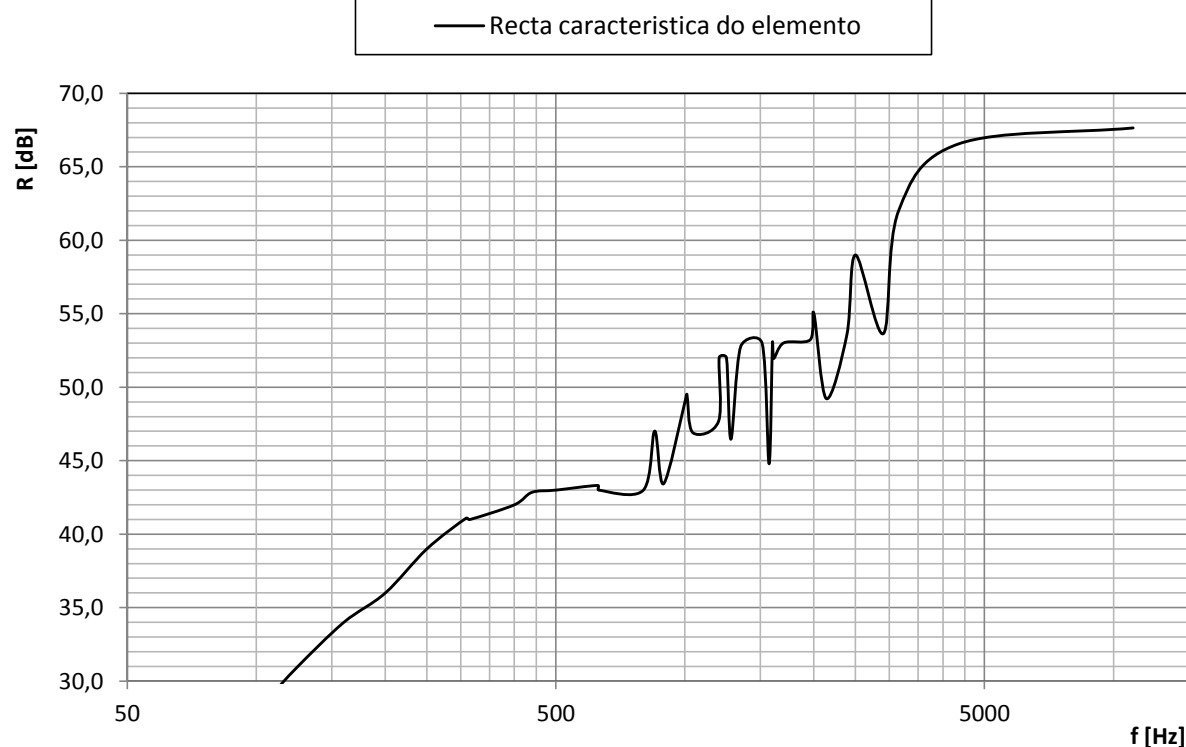
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos duplos

Elemento em análise: PV02 - Pavimento entre habitações, constituído (de cima para baixo) por soalho com 0,02 m de espessura; manta resiliente do tipo CDM-ISO-MAT CDM 43.015/7 com 15mm de espessura; painel em OSB com 0,016 m de espessura; elementos estruturais em madeira (vigas tarugos e barrotes) em caixa-de-ar com 20 cm de espessura parcialmente preenchida com isolamento acústico em lã de rocha com 8cm de espessura; teto em gesso cartonado com 0,013 m de espessura.

| Frequência [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| R [dB] | 28 | 31 | 34 | 36 | 39 | 41 | 42 | 43 | 43 | 43 | 49 | 52 | 53 | 55 | 59 | 62 |

Método de Meisser

| | |
|----------------------------|-------|
| m_1 [kg/m ²] | 26,4 |
| espessura1 [m] | 0,036 |
| c_{L1} [m/s] | 2000 |
| η_{int1} | 0,02 |
| f_{c1} [Hz] | 892,0 |
| m_2 [kg/m ²] | 11,7 |
| espessura2 [m] | 0,013 |
| c_{L2} [m/s] | 1700 |
| η_{int2} | 0,01 |
| f_{c2} [Hz] | 2906 |
| f_0 [Hz] | 66,0 |
| c [m/s] | 340 |
| d_{CxAr} [m] | 0,200 |
| d_{mA} [m] | 0,080 |
| ΔL_w | |
| $\Delta L_{t, marginais}$ | |
| K | 9 |
| ΔR_w (dB) | |
| não aplicável | |
| R_w (C ; Ctr) [dB] | |
| 48 (-2 ; -6) | |



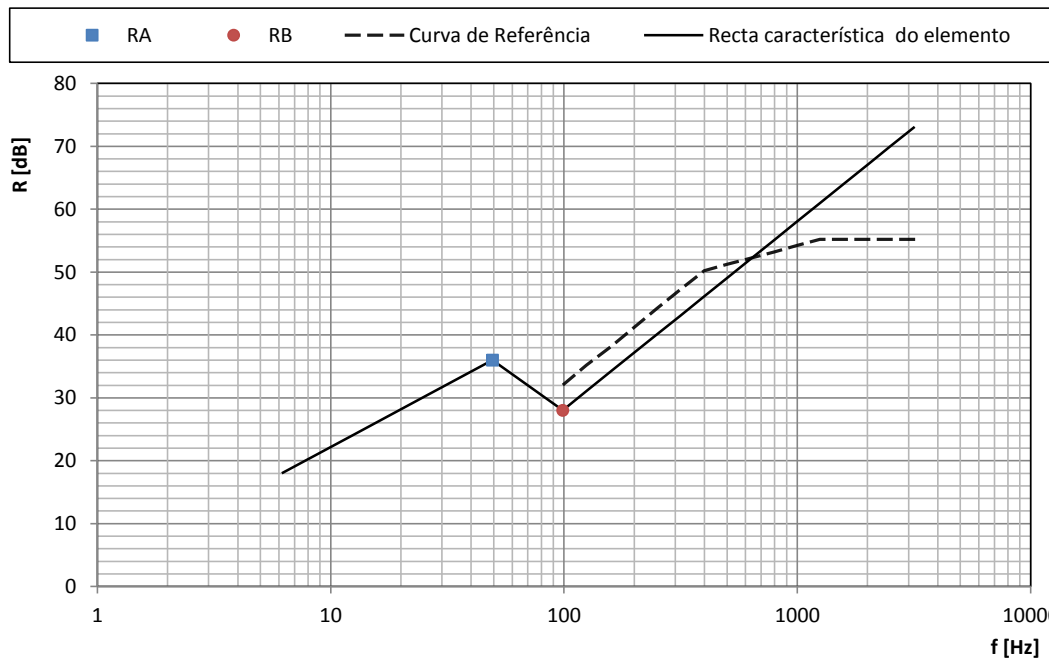
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PV03 - Pavimento térreo existente com laje aligeirada, camada de betonilha de 4cm de espessura e revestimento de granito

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|---|----------------------------|---------------|
| Face Interior | revestimento em granito | 80,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Betão leve (600-1400kg/m ³) | 40,00 | 0,04 |
| Elemento interno | Laje aligeirada | 200,00 | 0,20 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | | | |
| Total | | 320 | 0,26 |

Método de Sharp

| | |
|--|------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 2500 |
| Factor de perdas internas, η | 0,02 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 98,8 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 98,8 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 49,4 |
| R_A (dB) | 36,0 |
| R_B (dB) | 28,0 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (2.24)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -26.54 \log_{10}(x) + (80.95)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-31.63)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 51 (-2 ; -7)

Determinação de isolamento a sons de condução aérea em fachadas

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Situação em análise: Fachada da fração de habitação

Classificação do edifício Edifícios habitacionais, mistos e unidades hoteleiras

Zona mista

Área do elemento de separação [m²]

15,28

Volume do compartimento [m³]

122,49

Comprimento do elemento de separação [m]

4,95

Altura do elemento de separação [m]

3,09

| Elemento considerado | Parede - PE01 | Janela - EN01 | - | - | Ventilação | Cx. Estore | - |
|---------------------------|---------------|---------------|------|------|------------|------------|---|
| R_w ou $D_{n,e,w}$ [dB] | 69,0 | 33,0 | 0 | 0 | | | |
| Área [m ²] | 9,2 | 6,1 | 0,00 | 0,00 | - | - | - |
| t parciais | 0,0002 | | | | 0,00 | | |

10 x Log (V/ 6 x T₀ x S) [dB]

4,27

T₀ [s]

0,50

Transm. marginal [dB]

-2

ΔL_{fs}

-1

D_{2 m, nT, w}

38

≥

33 dB

OK!

Determinação de isolamento a sons de condução aérea em fachadas

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Situação em análise: Fachada da fração de comércio no rés-do-chão

Classificação do edifício Edifícios comerciais e de serviços e partes similares de edifícios industriais

Zona mista

Área do elemento de separação [m²] 12,32

Volume do compartimento [m³] 99,26

Comprimento do elemento de separação [m] 3,16

Altura do elemento de separação [m] 3,90

| Elemento considerado | Parede - PE01 | Janela+Porta - EN01 | - | - | Ventilação | Cx. Estore | - |
|--|---------------|---------------------|------|------|------------|------------|---|
| R_w ou D_{n,e,w} [dB] | 69 | 33 | 0 | 0 | | | |
| Área [m²] | 8,48 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | - | - | - |
| t parciais | 0,0002 | | | | 0,00 | | |

10 x Log (V/ 6 x T₀ x S) [dB] 4,29

T₀ [s] 0,50

Transm. marginal [dB] -2

ΔL_{fs} -1

D_{2m,nT,w} 39 ≥ 25 dB OK!

| | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|--|--|--|------------|-------|
| Determinação de isolamento a sons de condução aérea e de percursão compartimentos do mesmo piso | | | | | | | | | | entre |
| Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE | | | | | | | | | | |
| Situação em análise: | | caixa de escadas - Habitação Piso1 | | | | | | | | |
| Classificação do edifício | | Edifícios habitacionais, mistos e unidades hoteleiras | | | | | | | Zona mista | |

| Elemento | R _w [dB] | m [kg / m ²] | ΔR _w [dB] | | m _{separação} | Junta Rígida | | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|----------|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Emissor | Receptor | | Tipo | K _{Ff} [dB] | K _{Fd} [dB] | K _{Df} [dB] |
| Parede separação - PI02 | 39,6 | 210,0 | 0 | 12 | - | - | - | - | - |
| Parede lateral - PI01 | 61,0 | 758,0 | 0 | 0 | 0,3 | T | -0,4 | 7,5 | 7,5 |
| Parede lateral - PI01 | 61,0 | 758,0 | 0 | 0 | 0,3 | T | -0,4 | 7,5 | 7,5 |
| Laje tecto - PV02 | 48,0 | 38,1 | 0 | 0 | 0,0 | X | 236,7 | 373,5 | 373,5 |
| Laje pavimento - PV01 | 51,0 | 38,1 | 0 | 0 | 0,0 | X | 236,7 | 373,5 | 373,5 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|------|--|--------------------------|--|-------|--|
| Altura do elemento de separação [m] | | 3,09 | | Volume [m ³] | | 122,5 | |
| Largura do elemento de separação [m] | | 4,95 | | T ₀ [s] | | 0,5 | |

| Parede separação | | Parede lateral 1 | | Parede lateral 2 | | Laje tecto | | Laje pavimento | |
|------------------------|-------|--------------------------|------|--------------------------|------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| R _w (PL1-d) | 76,7 | R _w (PL1-PL1) | 67,6 | R _w (PL2-PL2) | 67,6 | R _w (T-T) | 289,6 | R _w (P-P) | 292,6 |
| R _w (PL2-d) | 76,7 | | | | | | | | |
| R _w (T-d) | 434,2 | R _w (D-PL1) | 64,7 | R _w (D-PL2) | 64,7 | R _w (D-T) | 422,2 | R _w (D-P) | 423,7 |
| R _w (P-d) | 435,7 | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|------------------------|------|--------------------------|--|-------|------------------------|-----|-----------|
| R' _w [dB] | 51,0 | 164 - 35 x log (m') [dB] | | 108,7 | Regulamentar: | | |
| ΔTM [dB] | 2 | ΔL _w [dB] | | 27,0 | D _{nT,w} [dB] | 55 | 48 OK! |
| m _{pavimento} | 38,1 | | | | L' _{n,w} [dB] | 114 | 60 KO! |

**Determinação do isolamento a sons aéreos e de percussão
entre compartimentos de pisos diferentes**

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Situação em análise: Comércio - habitação piso 1

Classificação do edifício Edifícios habitacionais, mistos e unidades hoteleiras

Zona mista

| Elemento | R _w [dB] | m [kg/m ²] | Isolamentos | | m _{separação} | Junta Rígida | | | |
|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------|----------|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Emissor | Receptor | | Tipo | K _{Ff} [dB] | K _{Fd} [dB] | K _{Df} [dB] |
| Pav. de separação - PV01 | 51,0 | 38,1 | 0,0 | 0,0 | | | | | |
| Parede lateral 1 - PI01 | 61,0 | 758,0 | 0,0 | 0,0 | | T | -3,0 | 15,3 | 15,3 |
| Parede lateral 2 - PI01 | 61,0 | 758,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | T | -3,0 | 15,3 | 15,3 |
| Parede lateral 3 - PI02 | 47,0 | 23,4 | 12,0 | 12,0 | 1,6 | T | 8,9 | 6,0 | 6,0 |
| Parede lateral 4 - PE01 | 69,0 | 1382,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | T | -2,4 | 19,6 | 19,6 |

Dimensão 1-2 do elem. de separação [m]

7,97

Volume [m³]

122,5

Dimensão 3-4 do elem. de separação [m]

4,95

T₀ [s]

0,5

| Laje separação | | Parede lateral 1 | | Parede lateral 2 | | Parede lateral 3 | | Parede lateral 4 | |
|------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|------|-----------------------------|------|--------------------------|------|
| R _w (PL1-d) | 78,3 | R _w (PL1-PL1) | 64,9 | R _w (PL2-PL2) | 64,9 | R _w (PL3-PL3) | 83,0 | R _w (PL4-PL4) | 75,6 |
| R _w (PL2-d) | 78,3 | | | | | | | | |
| R _w (PL3-d) | 76,0 | R _w (D-PL1) | 78,3 | R _w (D-PL2) | 78,3 | R _w (D-PL3) | 64,0 | R _w (D-PL4) | 88,6 |
| R _w (PL4-d) | 88,6 | | | | | | | | |

R'_w [dB] 50,4

164 - 35 x log (m') [dB]

108,7

D_{nT,w} [dB]

44

m' 320,0

L'_{nT,w} sem lajeta flutuante [dB]

64,5

Regulamentar:

58

KO!

K [dB] 4,0

L_{ER}

12,9

L'_{nT,w} [dB], inverso

63

ΔL_w [dB] 0,0

S_R

39,6

Regulamentar:

50

KO!

| | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|--|--|------------|--|
| Determinação do isolamento a sons aéreos e de percussão entre compartimentos de pisos diferentes | | | | | | | | | |
| Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE | | | | | | | | | |
| Situação em análise: | | Habitação (piso2) - habitação (piso 1) | | | | | | | |
| Classificação do edifício | | Edifícios habitacionais, mistos e unidades hoteleiras | | | | | | Zona mista | |

| Elemento | R _w [dB] | m [kg/m ²] | Isolamentos | | m _{separação} | Junta Rígida | | | |
|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------|----------|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Emissor | Receptor | | Tipo | K _{Ff} [dB] | K _{Fd} [dB] | K _{Df} [dB] |
| Pav. de separação - PV02 | 48,0 | 38,1 | 0,0 | 0,0 | - | - | - | - | - |
| Parede lateral 1 - PI01 | 61,0 | 758,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | T | -3,0 | 15,3 | 15,3 |
| Parede lateral 2 - PI01 | 61,0 | 758,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | T | -3,0 | 15,3 | 15,3 |
| Parede lateral 3 - PI02 | 47,0 | 23,4 | 12,0 | 12,0 | 1,6 | X | 12,6 | 9,0 | 9,0 |
| Parede lateral 4 - PE01 | 69,0 | 1382,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | T | -2,4 | 19,6 | 19,6 |

| | | | |
|--|------|--------------------------|-------|
| Dimensão 1-2 do elem. de separação [m] | 7,97 | Volume [m ³] | 122,5 |
| Dimensão 3-4 do elem. de separação [m] | 4,95 | T ₀ [s] | 0,5 |

| Laje separação | | Parede lateral 1 | | Parede lateral 2 | | Parede lateral 3 | | Parede lateral 4 | |
|------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|------|
| R _w (PL1-d) | 76,8 | R _w (PL1-PL1) | 64,9 | R _w (PL2-PL2) | 64,9 | R _w (PL3-PL3) | 86,6 | R _w (PL4-PL4) | 75,6 |
| R _w (PL2-d) | 76,8 | | | | | | | | |
| R _w (PL3-d) | 77,5 | R _w (D-PL1) | 76,8 | R _w (D-PL2) | 76,8 | R _w (D-PL3) | 65,5 | R _w (D-PL4) | 87,1 |
| R _w (PL4-d) | 87,1 | | | | | | | | |

| | | | | |
|------------------------|------|--------------------------|-------|------------------------|
| R' _w [dB] | 47,7 | 164 - 35 x log (m') [dB] | 108,7 | Regulamentar: |
| ΔTM [dB] | 2 | ΔL _w [dB] | 27,0 | D _{nT,w} [dB] |
| m _{pavimento} | 38,1 | L' _{n,w} [dB] | 78 | L' _{n,w} [dB] |
| | | | | 50 |
| | | | | 60 |
| | | | | KO! |
| | | | | KO! |

Tempo de Reverberação - T

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Classificação do Edifício: Edifícios comerciais e de serviços

Sem difusão de mensagens sonoras

Volume do compartimento [m³] 99,26

Espaço em análise: Estab. comercial

| Elemento | Área [m ²] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | | Área [m ²] | | |
|-----------------------------------|------------------------|---|-------|-------|-------|-------|---------------|------------------------|-------|-------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k | Sx | Sy | Sz |
| Paredes rebocadas | 35,32 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 26,83 | 8,48 | |
| Paredes em gesso cartonado | 17,67 | 0,300 | 0,150 | 0,100 | 0,050 | 0,040 | 0,050 | 4,02 | 13,65 | |
| Parede em vidro | 22,80 | 0,180 | 0,060 | 0,040 | 0,030 | 0,020 | 0,020 | 22,80 | | |
| Janela | 3,84 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | | 3,84 | |
| Pavimento em granito | 25,45 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | | | 25,45 |
| Teto falso acústico Rigiton 15/30 | 25,45 | 0,100 | 0,230 | 0,620 | 0,870 | 0,530 | 0,270 | | | 25,45 |
| Porta de madeira | 1,60 | 0,140 | 0,100 | 0,080 | 0,080 | 0,080 | 0,080 | 1,60 | | |
| Porta de vidro | 4,11 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | 4,11 | | |
| $\Sigma(Si)=$ | 136,23 | | | | | | | 59,36 | 25,97 | 50,9 |
| | | | | | | | $\Sigma(Si)=$ | 136,23 | | |

| Elemento - m | Volume [m ³] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k |
| Ar (20°C e 50% a 70% de humidade) | 99,26 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,004 |

| Elemento - A | Vg. [unid] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | |
|---------------------|------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k |
| Cadeiras de madeira | 20 | 0,020 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,040 | 0,040 |
| mesas de madeira | 4 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,020 | 0,040 | 0,050 |

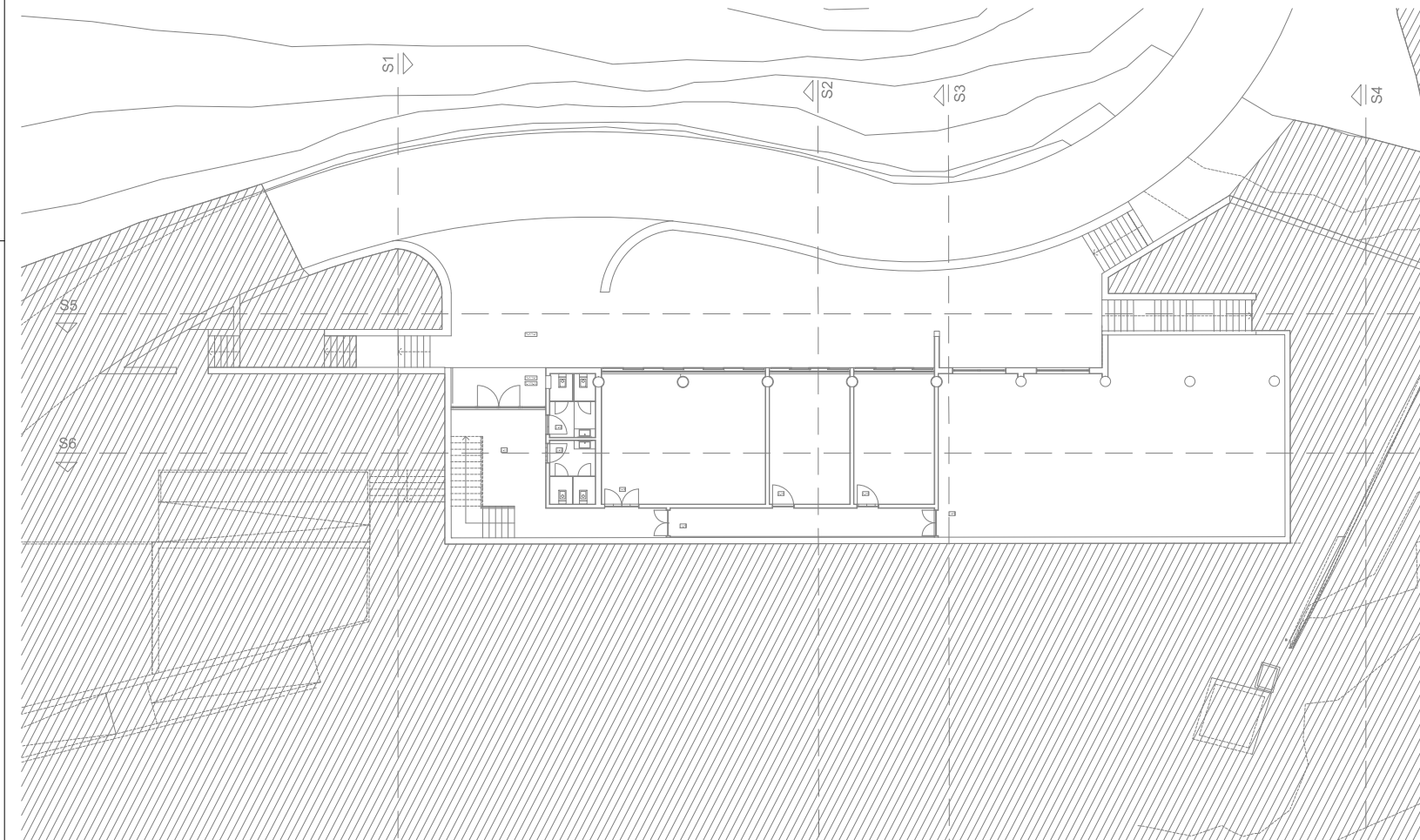
| | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\Sigma(\alpha_i \cdot S_i) + \Sigma(A_j) + \Sigma(4 \cdot m \cdot V)$ [m ²] | 17,00 | 14,15 | 22,46 | 28,40 | 19,50 | 14,16 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

| Sabine | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|--|
| Tempo de Reverberação - T [s] | 0,93 | 1,12 | 0,71 | 0,56 | 0,81 | 1,12 | |
| Verificação de T | 0,69 < 0,69 | | | | | Ok! | |

| Eyring | | | | | | | |
|---|-------------|------|------|------|------|------|--|
| Coef. de absorção sonora médio - α_m | 0,12 | 0,10 | 0,16 | 0,20 | 0,13 | 0,08 | |
| Tempo de Reverberação - T [s] | 0,90 | 1,11 | 0,68 | 0,53 | 0,83 | 1,32 | |
| Verificação de T | 0,68 < 0,69 | | | | | Ok! | |

| Arau - Puchades | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|--|
| Tempo de Reverberação - T [s] | 1,01 | 1,15 | 0,94 | 0,97 | 1,30 | 1,43 | |
| Verificação de T | 1,07 > 0,69 | | | | | KO! | |

ANEXO II.3 – CASO C



| Legenda - Edifício C : | Área(m²) |
|---|-----------|
| C.01 - Vestibulo | 44.07 m² |
| C.02 - Instalação Sanitária Masculina, Cuiçucas | 8.45 m² |
| C.03 - Instalação Sanitária Feminina, Cuiçucas | 8.48 m² |
| C.04 - Espaço Polivalente | 47.79 m² |
| C.05 - Circulação | 17.45 m² |
| C.06 - Espaço Administrativo | 23.64 m² |
| C.07 - Espaço Administrativo | 23.64 m² |
| C.08 - Casa das Máquinas | 141.90 m² |

| | | | | | |
|---------|------------|------------------------------------|-----------|-----------|------------|
| 01 | 20/12/2011 | Extensão inicial | RBD | PVM | ASL |
| Revisão | Data | Descrição sintética das alterações | Elaborado | Desenhado | Verificado |

Responsável:
RODOLFO PERDIGÃO MARÇAL

Projeto de Arquitetura
Rua Cândido Ben, Edifício Santiago, Loja 2
5400-165 Chaves, Portugal
Tel: (+351) 276 921 239 | Telex: (+351) 933 383 349
email: geral@asluassociados.com

Projeto de Engenharia
Rua Gonçalves Zarco, nº 12786, sala 406
4450-085 Lagoa da Palmeira, Portugal
Tel: +351 220326044 | geral@asluassociados.com
www.asluassociados.com

ASLU ASSOCIADOS

Edifício destinado a serviços e anexos de apoio
CANTELO DAS EIBAL CHAVES

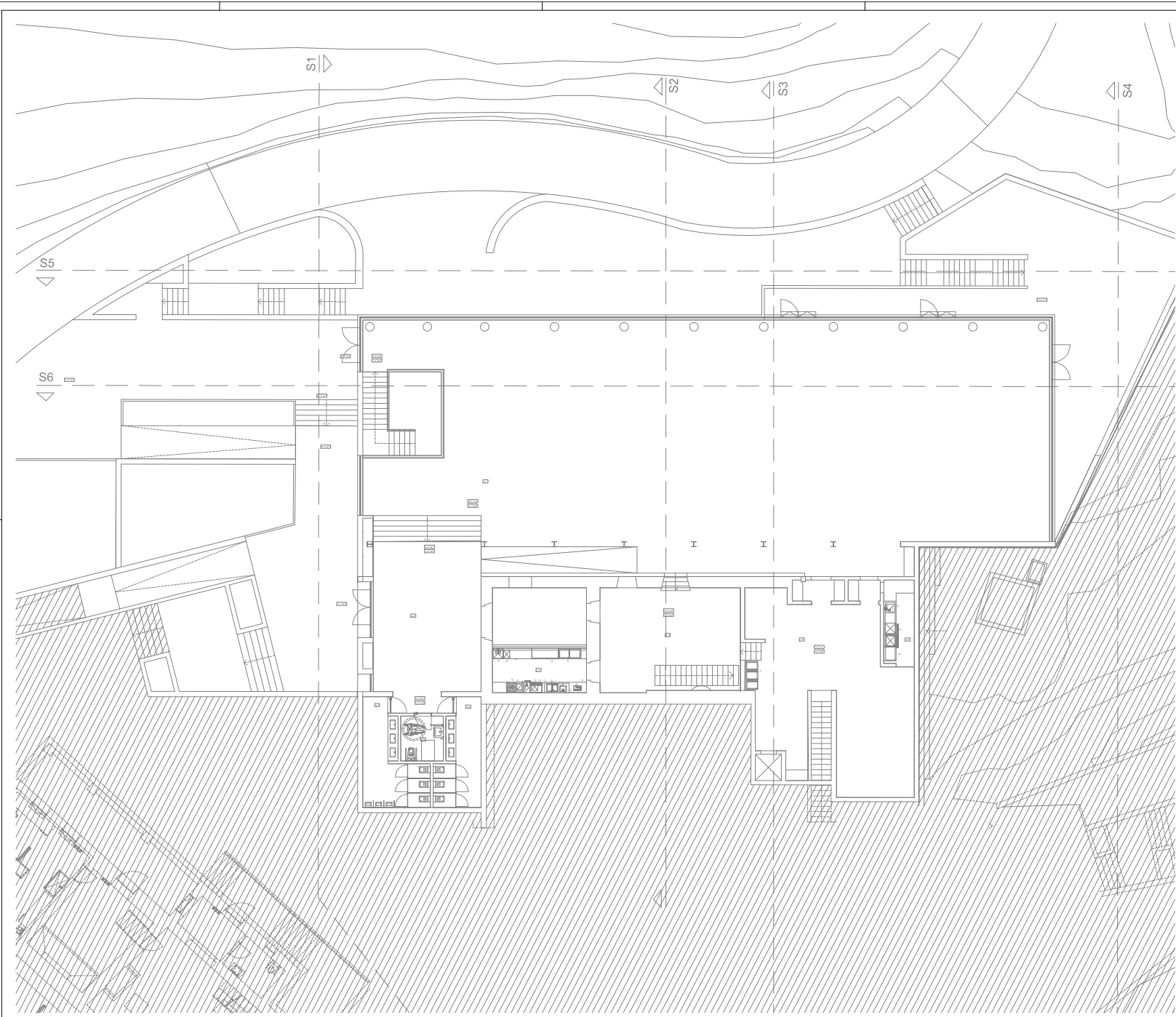
PROJETO DE LICENCIAMENTO
Data: MAIO 2014

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Rede de abastecimento: REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Planta da casa das máquinas - Cota 470.50

Legenda:
Autor: Marta Rocha Almeida
Coordenador: PVM
Escala: 1:100

Código do desenho: 0244 - 00 - PL - IHD - AA - DS - MRA - 01 - 00



| Legenda - Edifício C : | | Área(m²) |
|---|--|-----------|
| C.09 - Vestiário | | 57,31 m² |
| C.10 - Instalação Sanitária Masculina | | 15,89 m² |
| C.11 - Inst. San. Mobilidade Condicionada | | 6,45 m² |
| C.12 - Instalação Sanitária Feminina | | 14,07 m² |
| C.13 - San. de Apoio | | 32,45 m² |
| C.14 - Sala de Apoio Bar | | 47,66 m² |
| C.15 - Espaço de Apoio Sala de Eventos | | 89,51 m² |
| C.16 - Zona de Lavagem de Apoio | | 8,38 m² |
| C.17 - Sala de Eventos | | 525,68 m² |

| | | | | | |
|---------|------------|----------------------------------|-----------|------------|----------|
| 01 | 20/12/2013 | Estudo inicial | RED | PJM | ADL |
| Revisão | Edição | Descrição sumária das alterações | Elaborado | Consultado | Validado |

Responsável
SOLINO PERDIGÃO MARÇAL
Projeto de Arquitetura
Rua Cândido Reis, Edifício Santiago, Loja 2
5490-265 Chaves, Portugal
Tel: +351 276 601 289 | Telex: +351 931 383 349
email: geral@solinoarquitetos.com

Responsável
ASL
Projeto de Engenharia
Rua Gonçalves Zarco, n.º 1120B, sala 405
4550-685 Lousa da Palmeira, Portugal
Tel: +351 228104044 | geral@aslengenharia.com
www.aslengenharia.com

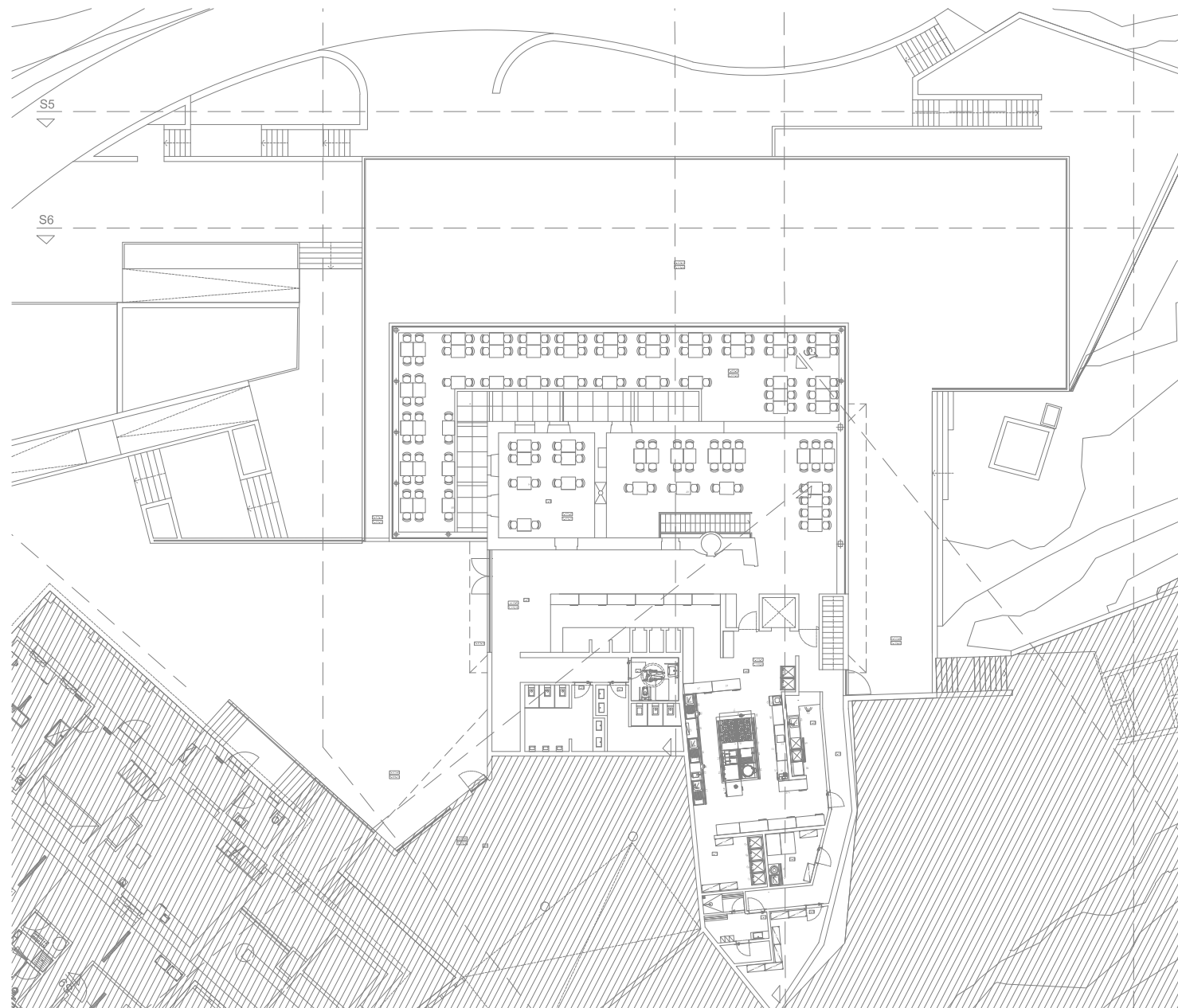
EDIFÍCIO DESTINADO A SERVIÇOS E ANEXOS DE APOIO
Castelo das Serras, Chaves

PROJETO DE LICENCIAMENTO
MAYO 2014

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

PLANTA DA SALA DE EVENTOS - COTA 474.90
Autor: Carlos Almeida
Coordenador: Maria Rocha Almeida
Distribuidor: Paulo Almeida
Escala: 1:500

Código do desenho
0244 - 00 - PL - IHD - AA - DS -MRA- 01 - 00



Legenda - Edifício C : Área(m²)

| | |
|---|-----------|
| 5.18 - Vestiário Restaurante | 110,19 m² |
| 5.19 - Instalação Sanitária Masculina | 15,42 m² |
| 5.20 - Instalação Sanitária Feminina | 13,68 m² |
| 5.21 - Inst. San. Mobilidade Condicionada | 6,52 m² |
| 5.22 - Cozinha | 73,83 m² |
| 5.23 - Despensa Dia | 11,20 m² |
| 5.24 - Inst. San. Funcionários / Vestiários | 10,54 m² |
| 5.25 - Armazém | 13,84 m² |
| 5.26 - Despensa de Tubérculos | 8,37 m² |
| 5.27 - Zona de Lavagem | 9,08 m² |
| 5.28 - Circulação | 28,78 m² |
| 5.29 - Sala de Restauração | 282,31 m² |

| | | | | | |
|------------|-----------|----------------------------------|-----------|---------|-------------|
| 00 | 2012/2013 | Encomenda inicial | EMD | PMO | ASL |
| Projetista | Data | Descrição sucinta das alterações | Encomenda | Desenho | Verificação |

ROLINDO PERDIGÃO MARCAL
Projeto de Engenharia
Rua Cidade Real, Edifício Santiago, Loja 2
5400-143 Chaves, Portugal
Telf: +351(0)275 302 200 | Telex: +351(0)275 381 340
email: geral@rolindomarcas.com

ASL
G ASSOCIADOS
Rua Gonçalves Zorro, n.º 1128B, sala 606
4450-685 Lousã de Palmela, Portugal
Telf: +351 212044461 | geral@aslassociados.com
www.aslassociados.com

EDIFÍCIO DESTINADO A SERVIÇOS E ANEXOS DE APOIO
Localização: Castelo das Chaves
Intervenção: MAIO 2014
PROJETO DE LICENCIAMENTO
Instalações Hidráulicas: REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Título do projeto: PLANTA DO RESTAURANTE - COTA 478,50
Autor: Mariana Almeida
Colaborador: Mariana Almeida
Distribuidor: ASL
Escala: 2:500
Código do desenho: 0244 - 00 - PL - IHD - AA - DS - MRA - 01 - 00

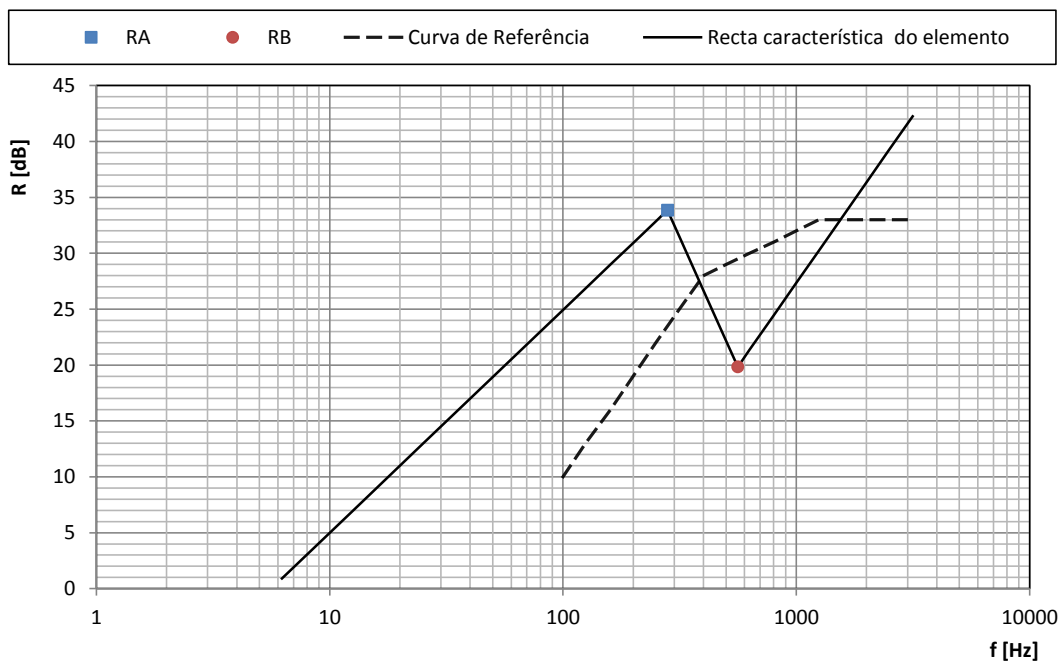
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: EN01 - Parede exterior simples, constituída por vidro duplo, SOLARLUZ NATURAL ®60/40 6mm/câmara 12mm AR/ NEUTRALUX®4mm .

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|----------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | | | |
| Elemento interno (mais pesado) | Vidro | 44,00 | 0,02 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | | | |
| Total | | 44 | 0,02 |

Método de Sharp

| | |
|--|-------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 5200 |
| Factor de perdas internas, η | 0,005 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 561,4 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 561,4 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 280,7 |
| R_A (dB) | 33,9 |
| R_B (dB) | 19,8 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (-14.94)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -46.54 \log_{10}(x) + (147.79)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-62.36)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 29 (-1 ; -3)

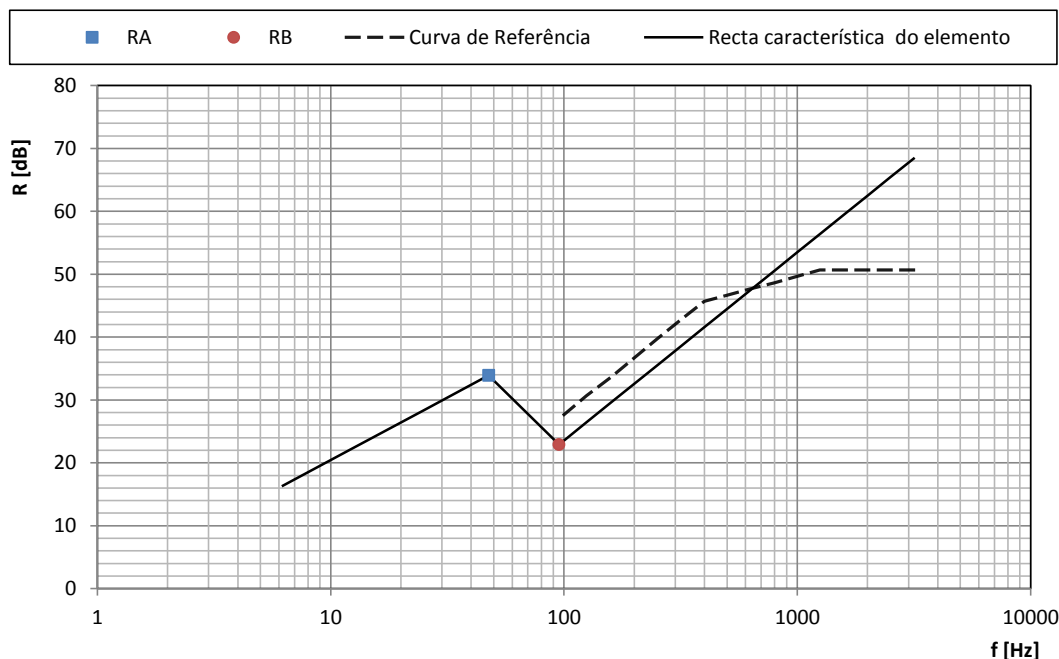
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PE01 - Parede exterior simples, constituída do (interior para o exterior) por 2 cm de reboco; bloco térmico com 25 cm de espessura; isolamento térmico do tipo poliestireno moldado (EPS), formando o sistema cappotto, com 6 cm de espessura.

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Bloco térmico | 233,75 | 0,25 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | | | |
| Total | | 261,75 | 0,27 |

Método de Sharp

| | |
|--|------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 2500 |
| Factor de perdas internas, η | 0,01 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 95,1 |
| $f_B = f_c$ (Hz) | 95,1 |
| $f_A = f_B/2$ (Hz) | 47,6 |
| R_A (dB) | 33,9 |
| R_B (dB) | 22,9 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19.93 \log_{10}(x) + (0.5)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -36.54 \log_{10}(x) + (95.22)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29.9 \log_{10}(x) + (-36.23)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 46 (-1 ; -7)

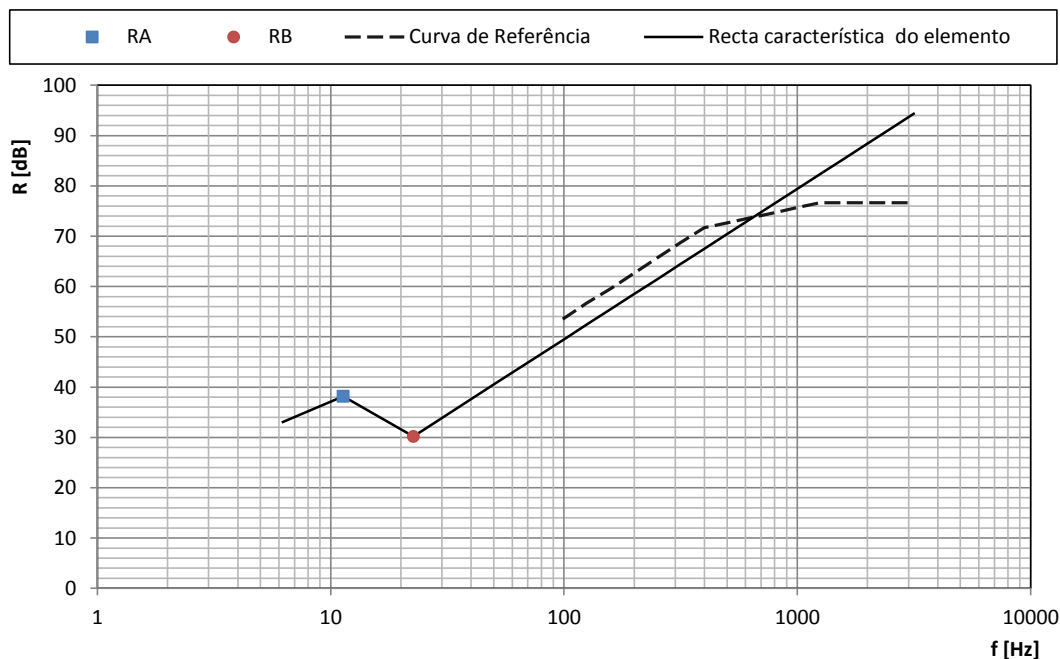
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos simples

Elemento em análise: PI01 - Parede de separação entre cozinha e restaurante com 71cm de espessura total, constituída por reboco com 2,0cm de espessura; alvenaria de granito com 67cm de espessura; reboco com 2,0cm de espessura.

| Elementos | Material | Massa (Kg/m ²) | Espessura (m) |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|
| Face Interior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Elemento interno (mais pesado) | Alvenaria granito | 1742,00 | 0,67 |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Elemento interno | | | |
| Face Exterior | Reboco | 28,00 | 0,02 |
| Total | | 1798 | 0,71 |

Método de Sharp

| | |
|--|------|
| Velocidade do som (m/s) | 340 |
| Velocidade de propagação das ondas longitudinais - C_L (m/s) | 4000 |
| Factor de perdas internas, η | 0,02 |
| Frequência crítica, f_c (Hz) | 22,6 |
| $f_B = F_c$ (Hz) | 22,6 |
| $f_A = F_B/2$ (Hz) | 11,3 |
| R_A (dB) | 38,2 |
| R_B (dB) | 30,2 |



Características das rectas:

Recta de 6 dB

$$y = 19,93 \log_{10}(x) + (17,19)$$

Recta entre R_A e R_B

$$y = -26,54 \log_{10}(x) + (66,14)$$

Recta de 9 dB

$$y = 29,9 \log_{10}(x) + (-10,3)$$

ΔR_w (dB) não aplicável

R_w (C;Ctr) (dB) 72 (-1; -7)

Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos duplos

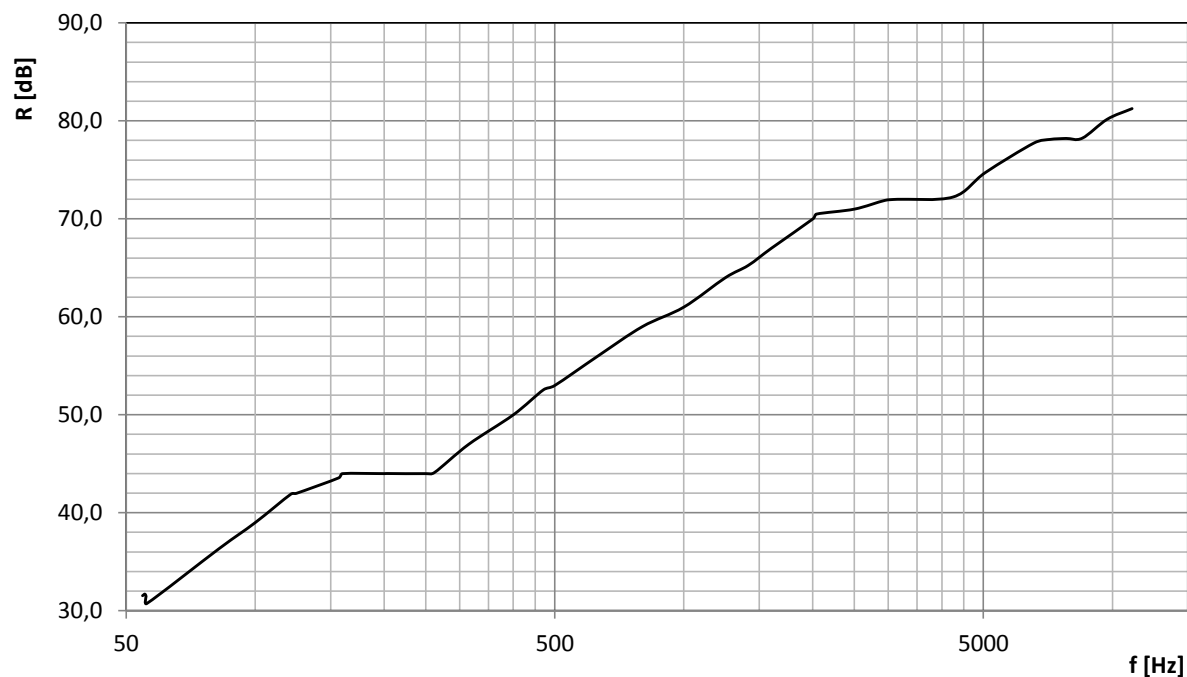
Elemento em análise: PV01 - Pavimento entre sala de eventos e a zona técnica, constituída (de cima para baixo) por cerâmica de 2,0cm de espessura; argamassa de assentamento de 5,0 cm de espessura; poliestireno expandido extrudido (XPS) com 4,0 cm de espssura; tela acústica; betonilha de regularização de 10,0 cm de espessura; laje aligeirada com 34 cm de espessura; reboco com 2,0cm de espessura.

| Frequência [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| R [dB] | 39 | 42 | 44 | 44 | 44 | 47 | 50 | 53 | 56 | 59 | 61 | 64 | 67 | 70 | 71 | 72 |

Método de Meisser

| | |
|----------------------------|--------|
| m_1 [kg/m ²] | 66,0 |
| espessura1 [m] | 0,070 |
| c_{L1} [m/s] | 3500 |
| η_{int1} | 0,02 |
| f_{c1} [Hz] | 262,1 |
| m_2 [kg/m ²] | 573,0 |
| espessura2 [m] | 0,46 |
| c_{L2} [m/s] | 2500 |
| η_{int2} | 0,01 |
| f_{c2} [Hz] | 55,845 |
| f_0 [Hz] | 54,6 |
| c [m/s] | 340 |
| d_{CxAr} [m] | 0,040 |
| d_{mA} [m] | |
| ΔL_w | |
| $\Delta L_{t. marginais}$ | |
| K | 4 |
| ΔR_w (dB) | |
| não aplicável | |
| R_w (C ; Ctr) [dB] | |
| 57 (-1 ; -5) | |

— Recta característica do elemento



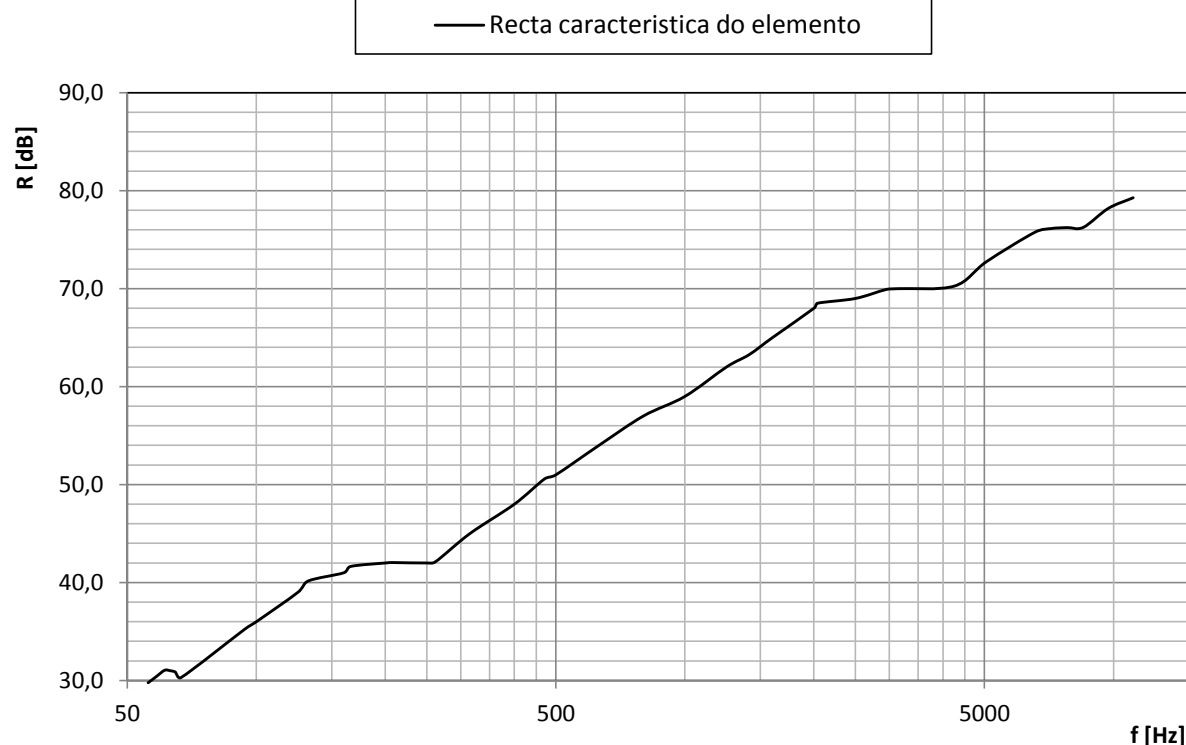
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos duplos

Elemento em análise: PV02 - Pavimento entre restaurante e sala de eventos, constituído (de cima para baixo) por soalho com 0,02 m de espessura; calços de 2,0 cm de espessura; argamassa de assentamento de 5,0 cm de espessura; poliestireno expandido extrudido (XPS) com 4,0 cm de espessura; tela acústica; betonilha de regularização de 20,0 cm de espessura; laje fungiforme com 50 cm de espessura; caixa-de-ar com 30 cm de espessura parcialmente preenchida com isolamento acústico em lã de rocha com 4cm de espessura; teto falso acústico do tipo Rigton 15/30, ou equivalente com 1,3cm de espessura.

| Frequência [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| R [dB] | 36 | 39 | 41 | 42 | 42 | 45 | 48 | 51 | 54 | 57 | 59 | 62 | 65 | 68 | 69 | 70 |

Método de Meisser

| | |
|----------------------------|--------------|
| m_1 [kg/m ²] | 66,0 |
| espessura1 [m] | 0,070 |
| c_{L1} [m/s] | 3500 |
| η_{int1} | 0,02 |
| f_{c1} [Hz] | 262,1 |
| m_2 [kg/m ²] | 387,5 |
| espessura2 [m] | 0,275 |
| c_{L2} [m/s] | 3500 |
| η_{int2} | 0,02 |
| f_{c2} [Hz] | 66,724 |
| f_0 [Hz] | 55,9 |
| c [m/s] | 340 |
| d_{CxAr} [m] | 0,040 |
| d_{mA} [m] | |
| ΔL_w | |
| $\Delta L_{t, marginais}$ | |
| K | 4 |
| ΔR_w (dB) | |
| | 3 |
| R_w (C ; Ctr) [dB] | |
| | 55 (-2 ; -6) |



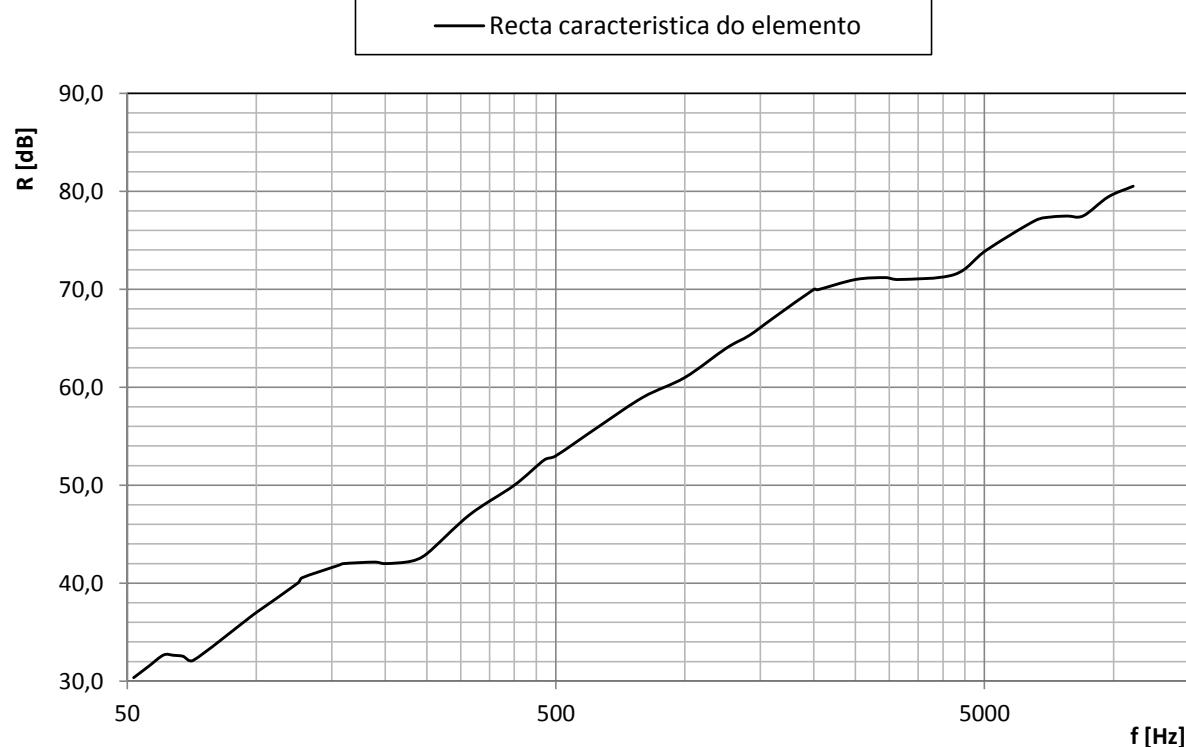
Determinação de índices de redução sonora - R_w , em elementos duplos

Elemento em análise: PV03 - Pavimento da zona técnica, constituído (de cima para baixo) por cerâmico com 0,02 m de espessura; betonilha de 6,0 cm de espessura; poliestireno expandido extrudido (XPS) com 4,0 cm de espessura; tela acústica; betonilha de regularização de 3,0 cm de espessura; laje aligeirada com 34 cm de espessura.

| Frequência [Hz] | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| R [dB] | 37 | 40 | 42 | 42 | 43 | 47 | 50 | 53 | 56 | 59 | 61 | 64 | 67 | 70 | 71 | 71 |

Método de Meisser

| | |
|----------------------------|--------|
| m_1 [kg/m ²] | 76,0 |
| espessura1 [m] | 0,080 |
| c_{L1} [m/s] | 3500 |
| η_{int1} | 0,02 |
| f_{c1} [Hz] | 229,4 |
| m_2 [kg/m ²] | 487,0 |
| espessura2 [m] | 0,36 |
| c_{L2} [m/s] | 2500 |
| η_{int2} | 0,01 |
| f_{c2} [Hz] | 71,358 |
| f_0 [Hz] | 51,8 |
| c [m/s] | 340 |
| d_{CxAr} [m] | 0,040 |
| d_{mA} [m] | |
| ΔL_w | |
| $\Delta L_{t, marginais}$ | |
| K | 4 |
| ΔR_w (dB) | |
| não aplicável | |
| R_w (C ; Ctr) [dB] | |
| 56 (-1 ; -6) | |



Determinação de isolamento a sons de condução aérea em fachadas

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Situação em análise: Fachada Restaurante - Piso 1

Classificação do edifício Edifícios comerciais e de serviços e partes similares de edifícios industriais

Zona mista

Área do elemento de separação [m²] 73,21

Volume do compartimento [m³] 822,91

Comprimento do elemento de separação [m] 24,90

Altura do elemento de separação [m] 2,94

| Elemento considerado | Parede - PE01 | Janela+Porta - EN01 | - | - | Ventilação | Cx. Estore | - |
|--|---------------|---------------------|------|------|------------|------------|---|
| R_w ou D_{n,e,w} [dB] | 46 | 33 | 0 | 0 | | | |
| Área [m²] | 13,45 | 59,76 | 0,00 | 0,00 | - | - | - |
| t parciais | 0,0004 | | | | 0,00 | | |

10 x Log (V/ 6 x T₀ x S) [dB] 5,74

T₀ [s] 0,50

Transm. marginal [dB] -2

ΔL_{fs} -1

D_{2 m, nT, w} 37 ≥ 25 dB OK!

Determinação de isolamento a sons de condução aérea em fachadas

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Situação em análise: Fachada Sala de eventos

Classificação do edifício Edifícios comerciais e de serviços e partes similares de edifícios industriais

Zona mista

Área do elemento de separação [m²]

135,86

Volume do compartimento [m³]

1844,61

Comprimento do elemento de separação [m]

39,38

Altura do elemento de separação [m]

3,45

| Elemento considerado | Parede - PE01 | Janela - EN01 | - | - | Ventilação | Cx. Estore | - |
|---------------------------|---------------|---------------|------|------|------------|------------|---|
| R_w ou $D_{n,e,w}$ [dB] | 46,0 | 33,0 | 0 | 0 | | | |
| Área [m ²] | 43,3 | 92,5 | 0,00 | 0,00 | - | - | - |
| t parciais | 0,0003 | | | | 0,00 | | |

10 x Log (V/ 6 x T₀ x S) [dB]

6,56

T₀ [s]

0,50

Transm. marginal [dB]

-2

ΔL_{fs}

-1

D_{2 m, nT, w}

38

≥

25 dB

OK!

| | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|------------|--|
| Determinação do isolamento a sons aéreos e de percussão entre compartimentos de pisos diferentes | | | | | | | | | |
| Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE | | | | | | | | | |
| Situação em análise: | | Sala de eventos - Restaurante | | | | | | | |
| Classificação do edifício | | Edifícios comerciais e de serviços e partes similares de edifícios industriais | | | | | | Zona mista | |

| Elemento | R _w [dB] | m [kg/m ²] | Isolamentos | | m _{separação} | Junta Rígida | | | |
|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------|----------|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Emissor | Receptor | | Tipo | K _{Ff} [dB] | K _{Fd} [dB] | K _{Df} [dB] |
| Pav. de separação - PV02 | 55,0 | 453,5 | 3,0 | 0,0 | | | | | |
| Parede lateral 1 - EN01 | 33,0 | 44,0 | 0,0 | 0,0 | | T | 25,8 | 11,6 | 11,6 |
| Parede lateral 2 - EN01 | 33,0 | 44,0 | 0,0 | 0,0 | 10,3 | T | 25,8 | 11,6 | 11,6 |
| Parede lateral 3 - EN01 | 33,0 | 44,0 | 0,0 | 0,0 | 10,3 | T | 25,8 | 11,6 | 11,6 |
| Parede lateral 4 - PI01 | 72,0 | 1798,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | T | -0,7 | 7,7 | 7,7 |

| | | | | | | | |
|--|--|-------|--|--------------------------|--|-------|--|
| Dimensão 1-2 do elem. de separação [m] | | 11,28 | | Volume [m ³] | | 985,2 | |
| Dimensão 3-4 do elem. de separação [m] | | 24,90 | | T ₀ [s] | | 0,5 | |

| Laje separação | | Parede lateral 1 | | Parede lateral 2 | | Parede lateral 3 | | Parede lateral 4 | |
|------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| R _w (PL1-d) | 69,5 | R _w (PL1-PL1) | 72,8 | R _w (PL2-PL2) | 72,8 | R _w (PL3-PL3) | 69,4 | R _w (PL4-PL4) | 81,8 |
| R _w (PL2-d) | 69,5 | | | | | | | | |
| R _w (PL3-d) | 66,1 | R _w (D-PL1) | 69,5 | R _w (D-PL2) | 69,5 | R _w (D-PL3) | 66,1 | R _w (D-PL4) | 81,8 |
| R _w (PL4-d) | 81,8 | | | | | | | | |

| | | | | | |
|----------------------|-------|--|-------|----------------------------------|-------------|
| R' _w [dB] | 55,6 | 164 - 35 x log (m') [dB] | 71,0 | D _{nT,w} [dB] | 41 |
| m' | 573,0 | L' _{nT,w} sem lajeta flutuante [dB] | 65,1 | Regulamentar: | |
| K [dB] | 4,0 | L _{ER} | 15,0 | L' _{nT,w} [dB], inverso | 32 |
| ΔL _w [dB] | 22,0 | S _R | 534,7 | Regulamentar: | 60 OK! |

**Determinação do isolamento a sons aéreos e de percussão
entre compartimentos de pisos diferentes**

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Situação em análise: Zona técnica - Sala de eventos

Classificação do edifício Edifícios habitacionais, mistos e unidades hoteleiras

Zona mista

| Elemento | R _w [dB] | m [kg/m ²] | Isolamentos | | m _{separação} | Junta Rígida | | | |
|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------|----------|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Emissor | Receptor | | Tipo | K _{Ff} [dB] | K _{Fd} [dB] | K _{Df} [dB] |
| Pav. de separação - PV01 | 57,0 | 639,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | |
| Parede lateral 1 - PE01 | 46,0 | 262,0 | 0,0 | 0,0 | | T | 12,0 | 6,6 | 6,6 |
| Parede lateral 2 - PI01 | 72,0 | 1798,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | T | 0,5 | 6,9 | 6,9 |
| Parede lateral 3 - PE01 | 46,0 | 262,0 | 0,0 | 0,0 | 2,4 | T | 12,0 | 6,6 | 6,6 |
| Parede lateral 4 - EN01 | 33,0 | 44,0 | 0,0 | 0,0 | 14,5 | T | 29,8 | 13,4 | 13,4 |

Dimensão 1-2 do elem. de separação [m]

39,38

Volume [m³]

1844,6

Dimensão 3-4 do elem. de separação [m]

12,70

T₀ [s]

0,5

| Laje separação | | Parede lateral 1 | | Parede lateral 2 | | Parede lateral 3 | | Parede lateral 4 | |
|------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|------|-----------------------------|------|--------------------------|------|
| R _w (PL1-d) | 69,1 | R _w (PL1-PL1) | 69,1 | R _w (PL2-PL2) | 83,6 | R _w (PL3-PL3) | 74,0 | R _w (PL4-PL4) | 78,7 |
| R _w (PL2-d) | 82,4 | | | | | | | | |
| R _w (PL3-d) | 74,0 | R _w (D-PL1) | 69,1 | R _w (D-PL2) | 82,4 | R _w (D-PL3) | 74,0 | R _w (D-PL4) | 74,3 |
| R _w (PL4-d) | 74,3 | | | | | | | | |

R'_w [dB] 55,9

164 - 35 x log (m') [dB]

65,8

D_{nT,w} [dB]

39

m' 487,0

L'_{nT,w} sem lajeta flutuante [dB]

71,3

Regulamentar:

K [dB] 4,0

L_{ER}

15,8

L'_{nT,w} [dB], inverso

36

ΔL_w [dB] 22,0

S_R

142,3

Regulamentar:

60

OK!

| Tempo de Reverberação - T | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---|-----------------------------------|--------|------------------------------------|------------|---------------------------------|-------------|--------|--------|
| Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE | | | Classificação do Edifício: | | Edifícios comerciais e de serviços | | | | | |
| | | | | | Sem difusão de mensagens sonoras | | | | | |
| Volume do compartimento [m³] | | | 985,16 | | Espaço em análise: | | | Restaurante | | |
| | | | | | | | | | | |
| Elemento | Área [m²] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | | Área [m²] | | |
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k | Sx | Sy | Sz |
| Paredes em vidro | 126,74 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | 54,94 | 71,81 | |
| Parede rebocada | 126,42 | 0,030 | 0,030 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 18,09 | 108,33 | |
| Soalho de madeira | 252,59 | 0,150 | 0,200 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | | | 252,59 |
| Cobertura em ripas de madeira | 272,47 | 0,300 | 0,360 | 0,320 | 0,240 | 0,200 | 0,200 | | | 272,47 |
| Aberturas | 18,52 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | | 10,98 | 7,54 |
| Pavimento em vidro | 33,87 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | | | 33,87 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| $\Sigma(Si)=$ | 830,61 | | | | | | | 73,03 | 191,11 | 566,5 |
| | | | | | | | $\Sigma(Si)=$ | 830,61 | | |
| Elemento - m | Volume [m³] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | | | | |
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k | | | |
| Ar (20°C e 50% a 70% de humidade) | 985,16 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,004 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Elemento - A | Vg. [unid] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | | | | |
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k | | | |
| Cadeiras de madeira | 20 | 0,020 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | | | |
| mesas de madeira | 4 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,020 | 0,040 | 0,050 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| $\Sigma(\alpha_i \cdot S_i) + \Sigma(A_j) + \Sigma(4 \cdot m \cdot V)$ [m²] | | 186,95 | 198,80 | 150,23 | 120,76 | 101,43 | 106,81 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Sabine | | | | | | | | | | |
| Tempo de Reverberação - T [s] | | 0,84 | 0,79 | 1,05 | 1,31 | 1,55 | 1,48 | | | |
| Verificação de T | | 1,30 < 1,49 | | | | Ok! | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Eyring | | | | | | | | | | |
| Coef. de absorção sonora médio - α_m | | 0,22 | 0,24 | 0,18 | 0,14 | 0,11 | 0,11 | | | |
| Tempo de Reverberação - T [s] | | 0,75 | 0,70 | 0,97 | 1,26 | 1,58 | 1,66 | | | |
| Verificação de T | | 1,27 < 1,49 | | | | Ok! | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Arau - Puchades | | | | | | | | | | |
| Tempo de Reverberação - T [s] | | | | | | | | | | |
| Verificação de T | | | | | | | | | | |

Tempo de Reverberação - T

Regulamentos aplicáveis: RGR e RRAE

Classificação do Edifício:

Edifícios comerciais e de serviços

Sem difusão de mensagens sonoras

Volume do compartimento [m³]

1844,61

Espaço em análise:

Sala de Eventos

| Elemento | Área [m²] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | | Área [m²] | | |
|--|-----------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|---------|--------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k | Sx | Sy | Sz |
| Janela de vidro de dimensões correntes | 141,26 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | 48,71 | 92,54 | |
| Pavimento em cerâmico | 510,95 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,020 | 0,020 | | | 510,95 |
| Teto falso acústico Rigiton 15/30 | 500,80 | 0,100 | 0,230 | 0,620 | 0,870 | 0,530 | 0,270 | | | 500,80 |
| Aberturas | 38,89 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | 8,09 | 30,81 | |
| Abertura de chão | 23,72 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | | | 23,72 |
| Parede rebocada | 56,45 | 0,030 | 0,030 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 43,94 | 12,51 | |
| Teto em vidro | 33,88 | 0,350 | 0,250 | 0,180 | 0,120 | 0,050 | 0,020 | | | 33,88 |
| | | | | | | | | | | |
| $\Sigma(Si)=$ | 1305,95 | | | | | | | 100,74 | 135,86 | 1069,4 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | $\Sigma(Si)=$ | 1305,95 | |

| Elemento - m | Volume [m³] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k |
| Ar (20°C e 50% a 70% de humidade) | 1844,61 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,004 |

| Elemento - A | Vg. [unid] | Coeficiente de absorção sonora - α | | | | | |
|---------------------|------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1 k | 2 k | 4 k |
| Cadeiras de madeira | 20 | 0,020 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,040 | 0,040 |
| mesas de madeira | 4 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,020 | 0,040 | 0,050 |

| | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\Sigma(\alpha_i \cdot S_i) + \Sigma(A_j) + \Sigma(4 \cdot m \cdot V)$ [m²] | 141,27 | 184,08 | 364,60 | 479,29 | 303,29 | 184,26 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

| | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|
| Sabine | | | | | | |
| Tempo de Reverberação - T [s] | 2,09 | 1,60 | 0,81 | 0,62 | 0,97 | 1,60 |
| Verificação de T | 0,80 < 1,84 | | | | | Ok! |

| Eyring | | | | | | |
|---|-------------|------|------|------|------|------|
| Coef. de absorção sonora médio - α_m | 0,11 | 0,14 | 0,28 | 0,36 | 0,22 | 0,12 |
| Tempo de Reverberação - T [s] | 1,99 | 1,51 | 0,70 | 0,51 | 0,90 | 1,81 |
| Verificação de T | 0,70 < 1,84 | | | | | Ok! |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Arau - Puchades | | | | | | |
| Tempo de Reverberação - T [s] | | | | | | |
| Verificação de T | | | | | | |

ANEXO II.4 – MÉTODO LNEC

Elementos de avaliação para obtenção de resultados apresentados no subcapítulo 3.5 descritos no livro “Método LNEC para avaliação e classificação da qualidade acústica de edifícios habitacionais”, ISBN: 9789724922539.

1. Nível físico :Vizinhança

1. Disposições gerais

- a) Está especificado a existência de mapa do ruído?

V= 2 Pts

F= 0 Pts

- b) Não existem na envolvente próxima zonas potencialmente ruidosas (vias de tráfego, parque industriais, espaços de diversão)?

V= 4 Pts

F= 0 Pts

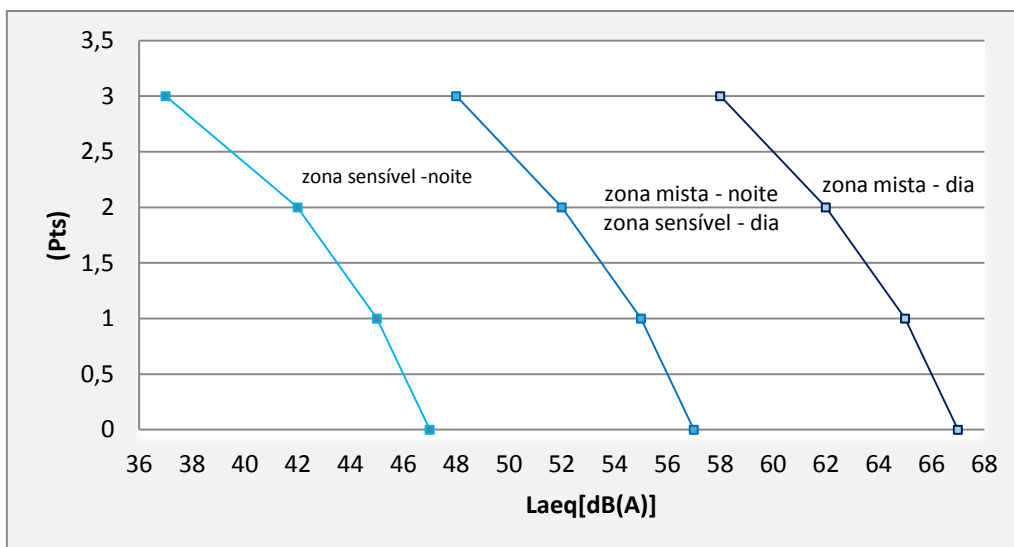
- c) A integração ambiental do edifício assenta em classificação administrativa de zonamento acústico?

V= 3 Pts

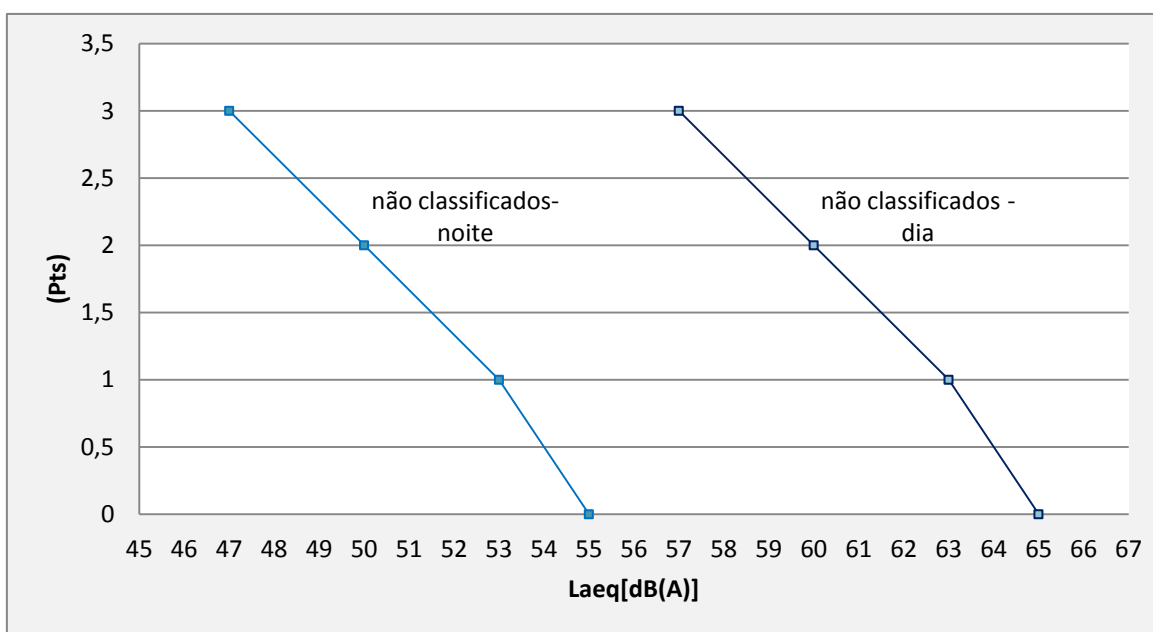
F= 1 Pts

2. Nível sonoro do ruído ambiente exterior medido (L_{den} , L_n); considerar o diferencial mais elevado em relação ao valor regulamentar [escolher situação aplicável a) ou b)]

a)



b)



2. Nível físico : Edifício

1. Disposições gerais de condicionamento acústico dos espaços e acessos comuns

- a) Na entrada do edifício foram consideradas exigências de isolamentos a sons aéreos relativamente ao exterior?

V= 2 Pts

F= 1 Pts

- b) Nos espaços e acessos comuns foram consideradas disposições visando a redução o tempo de reverberação?

V= 5 Pts

F= 0 Pts

- c) Nos espaços e acessos comuns foram consideradas disposições de condicionamento de ruído de equipamento de carácter coletivo?

V= 3 Pts

F= 0 Pts

- d) Nos espaços e acessos comuns foram consideradas disposições de condicionamento do ruído de instalações de escoamento de águas e esgotos?

V= 3 Pts

F= 1 Pts

- e) Foi providenciada análise relativa ao isolamento sonoro da cobertura, quando há corpo de escadas de acesso coletivo?

V= 2 Pts

F= 0 Pts

2. Disposições específicas de arquitetura disposição relativa ao interior

- a) Não existe sobreposição vertical de compartimentos co vocação de utilização diferenciada (ex. salas sobre quartos)?

V= 2 Pts

F= 0 Pts

- b) Não existe adjacência na horizontal de compartimentos principais com vocação de utilização diferenciada (ex. cozinhas anexas a quartos)?

V= 2 Pts

F= 0 Pts

- c) Os compartimentos de dormir e de estar não se encontram virados para zonas potencialmente ruidosas (ex. vias de tráfego terrestre)?

V= 3 Pts

F= 1 Pts

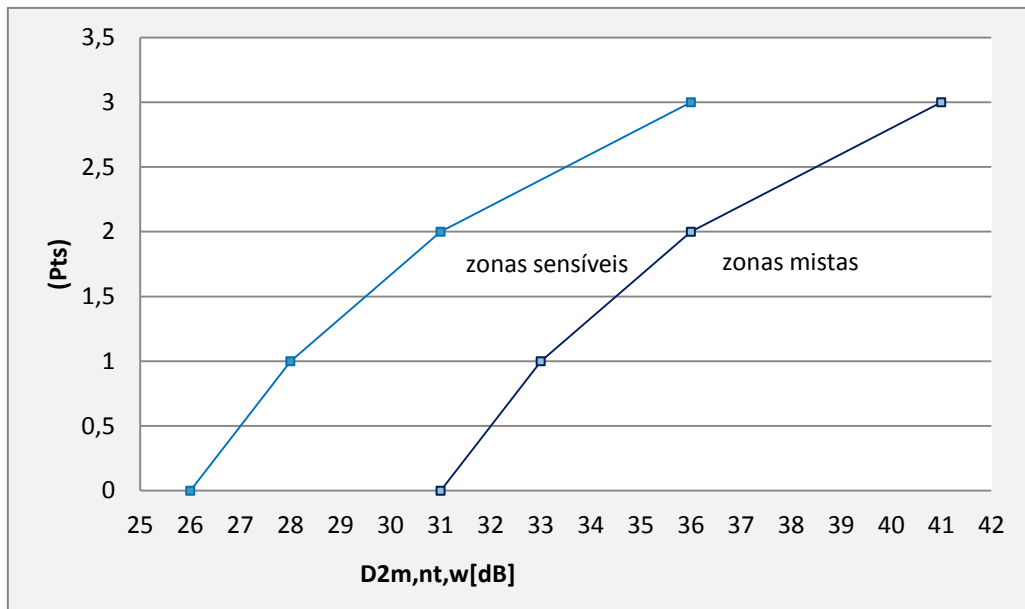
d) Não existem no edifício espaços comerciais, de serviços ou de diversão noturna?

V= 5 Pts

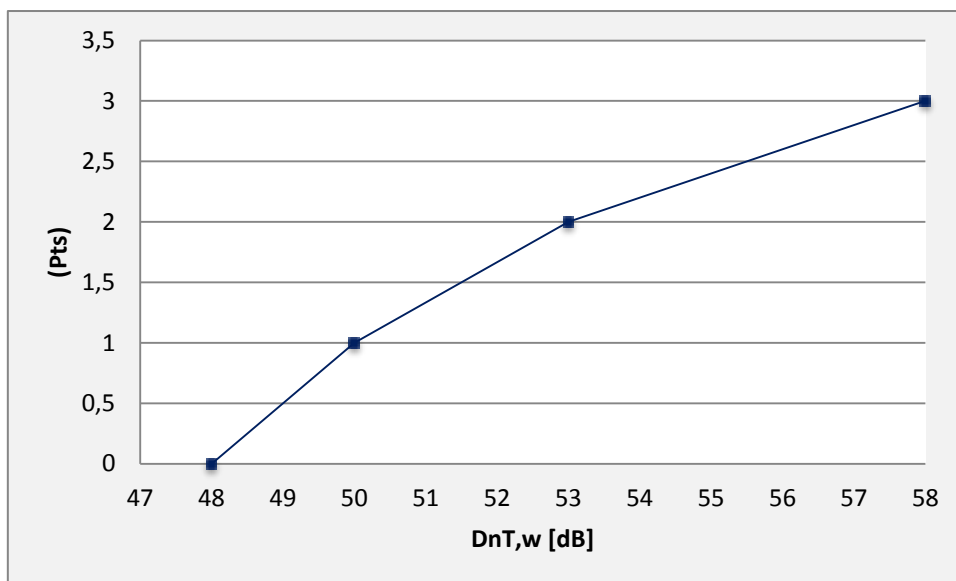
F= 0 Pts

3. Nível físico : Habitação

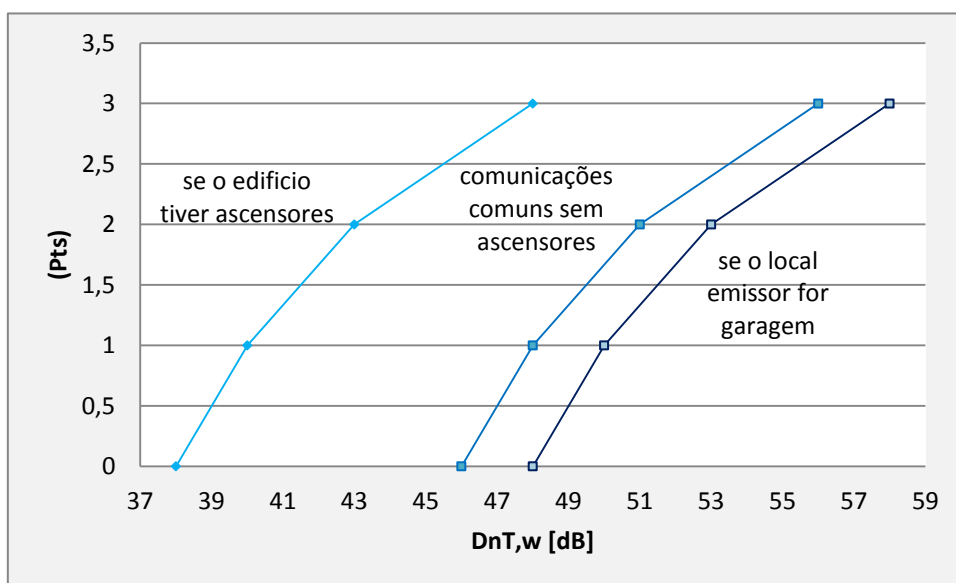
1. Índice de isolamentos sonoros a sons de condução aérea, padronizado, $D_{2m,uT,w}$, entre o exterior do edifício e quartos ou zonas de estar dos fogos



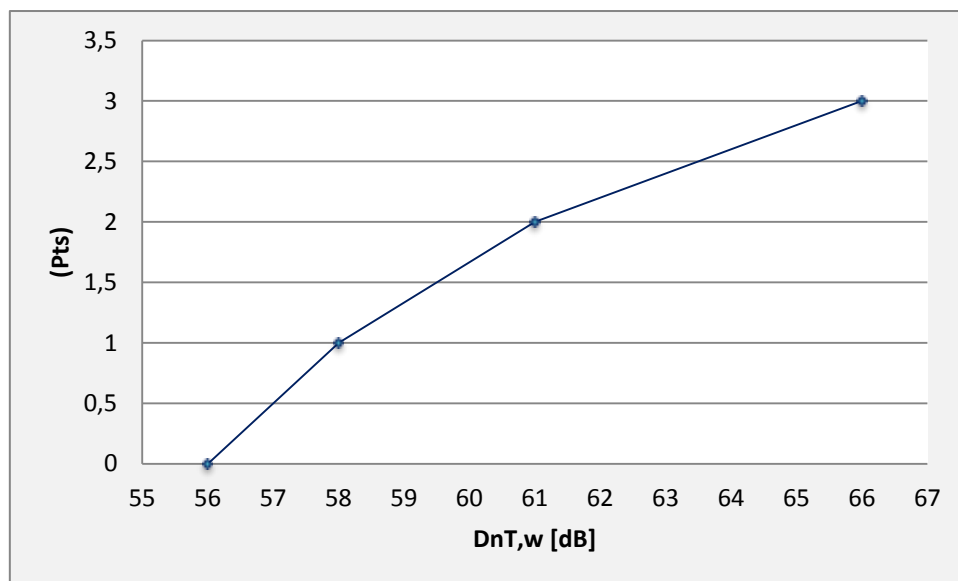
2. Índice de isolamentos sonoro a sons de condução aérea, padronizado, $D_{nT,w}$, entre compartimentos de um fogo (emissão) e quartos ou zonas de estar de outro fogo (receção)



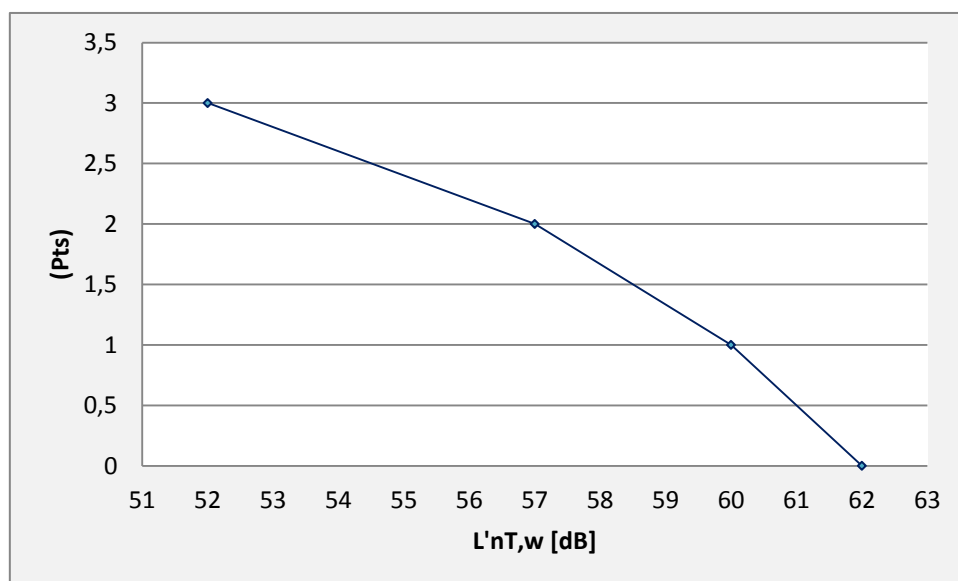
3. Índice de isolamentos sonoro a sons de condução aérea, padronizado, $D_{nT,w}$, entre locais de circulação comum do edifício (emissão) e quartos ou zonas de estar dos fogos (recepção)



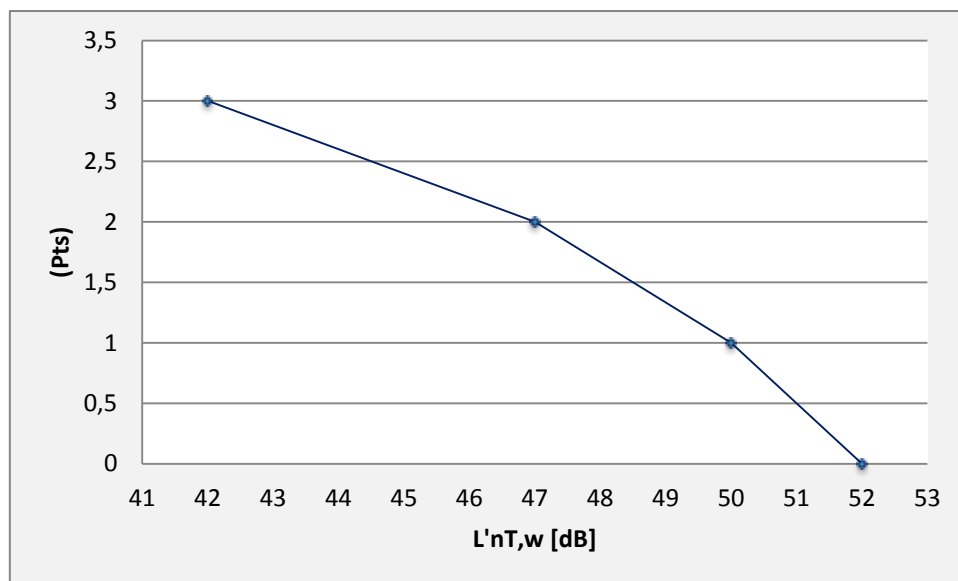
4. Índice de isolamentos sonoro a sons de condução aérea, padronizado, $D_{nT,w}$, entre locais do edifício destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão (emissão) e quartos ou zonas de estar dos fogos (recepção)



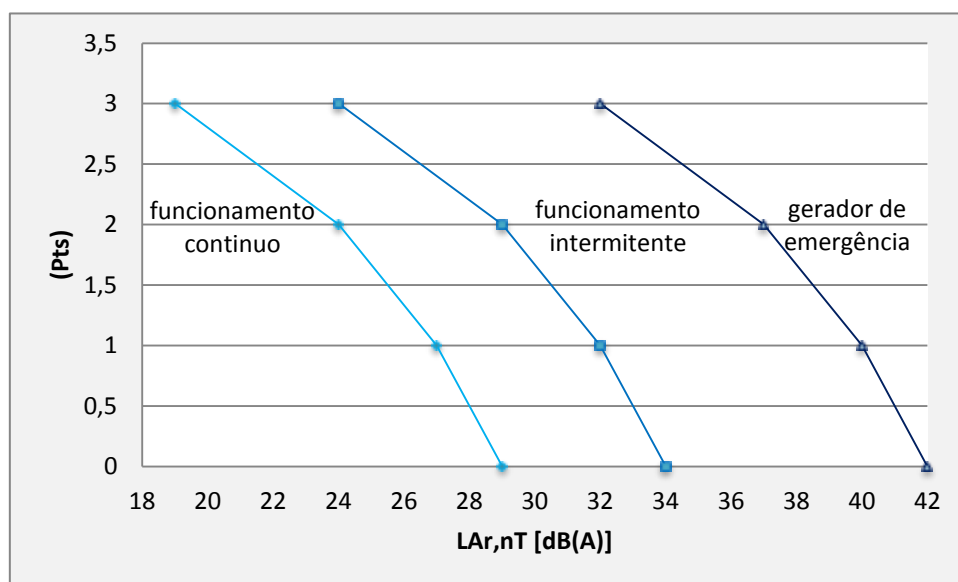
5. Índice de isolamento sonoro a sons de percussão, padronizado, $L'_{nT,w}$, no interior dos quartos ou zonas de estar dos fogos (receção), proveniente de uma percussão normalizada exercida sobre pavimentos de outros fogos ou de locais de circulação comum (emissão)



6. Índice de isolamento sonoro a sons de percussão, padronizado, $L'_{nT,w}$, no interior dos quartos ou zonas de estar dos fogos (receção), proveniente de uma percussão normalizada exercida sobre pavimentos de locais do edifício destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão (emissão)



7. Nível de avaliação. $L_{ar,nT}$, do ruído particular de equipamentos coletivos do edifício, tais como ascensores, grupos hidropressores, sistemas centralizados de ventilação mecânica, automatismo de portas de garagem, postos de transformação e escoamento de águas no interior dos quartos e zonas de estar dos fogos



8. Índice de isolamentos sonoro a sons de condução aérea, padronizado, $D_{nT,w}$, entre compartimentos de estar e dormir do mesmo fogo

